



TUGAS AKHIR (MO141326)

PENGARUH SUDUT DATANG GELOMBANG
TERHADAP TRANSMISI GELOMBANG PADA MODEL
FLOATING BREAKWATER DENGAN PENGUJIAN
MODEL FISIKA 3D

Widhi Yuliarta Hidayat

NRP. 4311100008

DOSEN PEMBIMBING

HARYO DWITO ARMONO, S.T., M.Eng, Ph.D.

SUNTOYO, S.T., M.Eng, Ph.D.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016



FINAL PROJECT (MO141326)

EFFECT OF INCOMING WAVE ANGLE
TO FLOATING BREAKWATER WAVE TRANSMISSION
ON 3D PHYSICAL MODEL TEST

Widhi Yuliarta Hidayat

NRP. 4311100008

SUPERVISOR

HARYO DWITO ARMONO, S.T., M.Eng, Ph.D.

SUNTOYO, S.T., M.Eng, Ph.D.

OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2016

**PENGARUH SUDUT DATANG GELOMBANG TERHADAP TRANSMISI
GELOMBANG PADA MODEL *FLOATING BREAKWATER* DENGAN
PENGUJIAN MODEL FISIK 3D**

Nama : Widhi Yuliarta Hidayat
NRP : 4311100008
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Haryo D. Armono, ST, M.Eng, Ph.D
Suntoyo, ST, M.Eng, Ph.D

ABSTRAK

Untuk melindungi pantai dari kerusakan yang disebabkan oleh gelombang perairan dibutuhkan suatu bangunan pelindung pantai (*breakwater*). Penelitian yang dilakukan oleh Balai Pantai Pusat Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum (PU) adalah salah satu bagian untuk membuat bangunan pelindung pantai (*breakwater*) tersebut. *Floating breakwater* menjadi solusi alternatif yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Keuntungan dari adanya *floating breakwater* antara lain dapat dibangun dalam waktu singkat, mudah dan dengan biaya yang cukup terjangkau, *floating breakwater* juga dapat meminimalisasi pengaruh akibat sirkulasi air, transpor sediment, dan migrasi ikan serta *floating breakwater* dapat dengan mudah dipindahkan dan dirakit kembali dengan susunan konfigurasi yang berbeda serta dapat dipindahkan ke lokasi yang berbeda. Struktur yang akan digunakan berupa kubus *floaton* dari bahan HDPE (*High Density Poly Ethylene*). Struktur jenis ini belum dikembangkan, sehingga perlu diketahui efektivitas dan dampak penggunaan struktur apung dalam rangka mendorong penggunaan struktur apung dimasa yang akan datang. Pada tugas akhir ini membahas hasil kinerja *floating breakwater* model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dalam meredam gelombang berdasarkan transmisi gelombang dari tinggi gelombang sebelum dan sesudah mengenai model. Pengujian penelitian ini nantinya akan didapatkan diagram perbandingan koefisien transmisi dan *wave steepness* yang berguna untuk menganalisa faktor apa saja yang mempengaruhi nilai koefisien transmisi gelombang. Dari hasil pengujian model fisik 3D ini didapatkan koefisien transmisi terkecil dari sudut arah gelombang 90^0 , dari sudut 45^0 dan 135^0 memiliki nilai koefisien transmisi yang hampir sama. Model *BOX FULL* dengan nilai koefisien transmisi rata-rata terkecil 0,90 lebih baik dalam meredam gelombang daripada model *INVERTED-U* dengan nilai koefisien transmisi rata-rata terkecil 0,93.

Kata Kunci : *Floating Breakwater*, Transmisi Gelombang

EFFECT OF INCOMING WAVE ANGLE TO FLOATING BREAKWATER MODEL WAVE TRANSMISSION ON 3D PHYSICAL MODEL TEST

Name : Widhi Yuliarta Hidayat
Reg. Number : 4311100008
Department : Teknik Kelautan FTK-ITS
Supervisor : Haryo D. Armono, ST, M.Eng, Ph.D
Suntoyo, ST, M.Eng, Ph.D

ABSTRACT

Protecting the coast from damages caused by waves required a coastal protection structure. One good example for such structure is breakwater. Research conducted by the Research and Development Centre of Public Works (PU) is one example to develop the coastal protection structure (breakwater). Floating breakwater becomes an appropriate alternative solution to overcome these problems. The advantages of the floating breakwater compared to the others are they could be built easily in a short time, and in an affordable cost, floating breakwater can also minimize the effect due to the water circulation, sedimental transport, and fish migration, and they are able to be easily moved to different locations and reassembled with the different configuration cascade. The structure used in the form of a floaton cube made of HDPE (High Density Poly Ethylene). The structure of this type has not been developed, so keep in mind the effectiveness and impact of the use of floating structures in order to encourage the use of floating structures in the future. This thesis discusses the results of the performance of a floating breakwater model BOX FULL and INVERTED-U in wave reduction by wave transmission of wave height before and after the models. Testing of this study will be obtained transmission coefficient comparison charts and wave steepness that is useful to analyze the factors that influence the value of the coefficient transmission. From the 3D physical model test results are obtained transmission coefficient of the smallest in terms of wave direction 90^0 , from the angle of 45^0 and 135^0 having a transmission coefficient values are almost the same. BOX FULL models with the smallest transmission coefficient averaging at 0,90 is better in reducing the wave rather than model INVERTED-U with the smallest transmission coefficient averaging 0,93.

Keywords: Floating Breakwater, Wave Transmission

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kemampuan, dan kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Laporan tugas akhir ini berjudul "Pengaruh Sudut Datang Gelombang Terhadap Transmisi Gelombang Pada Model *Floating Breakwater* dengan Pengujian Model Fisik 3D".

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi strata satu (S1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas akhir ini membahas mengenai pengaruh sudut datang gelombang terhadap transmisi gelombang pada model *floating breakwater* dengan pengujian model fisik 3D yang nantinya diharapkan dapat membantu penelitian selanjutnya pada masalah penelitian *floating breakwater* dan melakukan pengujian dengan variasi yang lain.

Semoga apa yang penulis kerjakan bermanfaat bagi masyarakat sekitar, perusahaan, pemerintah, maupun penulis sendiri. Serta semoga laporan yang penulis buat ini bisa dijadikan referensi dan informasi untuk penelitian di bidang yang sama.

Penulis menyadari pada penulisan dan penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan adanya masukan, kritik, maupun saran yang membangun yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini di waktu yang akan datang.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.1.1 <i>Breakwater</i>	9
2.1.1.1 Berdasarkan Lokasi	10
2.1.1.2 Berdasarkan Material	11
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Gelombang	13
2.2.1.1 Energi dan Tenaga Gelombang	13
2.2.1.2 Klasifikasi Gelombang	14
2.2.1.3 Deformasi Gelombang	18
2.2.1.4 Transmisi Gelombang	18
2.2.2 Analisa Dimensi	19
2.2.2.1 Satuan Fisik	21

2.2.2.2 Sistem Satuan	21
2.2.3 Model Analisa	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Prosedur Penelitian	24
3.2.1 Studi Literatur	24
3.2.2 Pengumpulan Data	24
3.2.3 Desain Eksperimen Model <i>Floating Breakwater</i>	25
3.2.3.1 Desain <i>Floating Breakwater</i> model <i>BOX FULL</i>	25
3.2.3.1 Desain <i>Floating Breakwater</i> model <i>INVERTED-U</i>	26
3.2.4 Kalibrasi Alat	26
3.2.5 Penyusunan Model	28
3.2.6 Pelaksanaan Pengujian Model	29
3.2.7 Menghitung Kinerja <i>Floating Breakwater</i> dalam Transmisi Gelombang	30
3.2.8 Hasil Penelitian dan Pembahasan	31
3.2.9 Kesimpulan dan Saran	31
3.2.6 Penyusunan Laporan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Perhitungan	33
4.1.1 Hasil Perhitungan Model	33
4.1.2 Hasil Perbandingan Model	41
4.2 Pembahasan	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Keramba Jaring Apung ó Sinjai.....	2
Gambar 2.1 Penelitian Model Hidrolik Tipe <i>Caisson</i> Persegi dengan spesifikasi Lebar 4.9 m, Sarat Air 1.1 m dan Ditambat Rantai dan Jangkar (Carver,1979).....	8
Gambar 2.2 Penurunan Energi Gelombang	13
Gambar 2.3 Dampak antara gelombang dan struktur (OCDI,1999).....	17
Gambar 2.4 Ilustrasi Permodelan	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Skema kolam Laboratorium Balai Pantai.....	24
Gambar 3.3 Penempatan <i>Pile Scale</i>	24
Gambar 3.4 Desain <i>Floating Breakwater Model BOX FULL</i>	25
Gambar 3.5 Desain Sketsa <i>Floating Breakwater Model INVERTED-U</i>	26
Gambar 3.6 Sudut Arah Datang Gelombang dari <i>Wave Generator</i> Terhadap Model.....	27
Gambar 3.7 Penyusunan Model Floaton	29
Gambar 3.8 Pemasangan <i>Pile Scale</i> dan Model	29
Gambar 3.9 Faktor Pengujian Floaton Model <i>BOX FULL</i>	30
Gambar 3.10 Pengujian Floaton Model <i>INVERTED-U</i>	28
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 45 ⁰ dengan model <i>BOX FULL</i>	38
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 45 ⁰ dengan model <i>INVERTED-U</i>	38
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 90 ⁰ dengan model <i>BOX FULL</i>	39
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 90 ⁰ dengan model <i>INVERTED-U</i>	39

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 135^0 dengan model <i>BOX FULL</i>	40
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 135^0 dengan model <i>INVERTED-U</i>	40
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 45^0 dan periode 2,5 detik.....	43
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 45^0 dan periode 3 detik.....	43
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 90^0 dan periode 2,5 detik.....	44
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 90^0 dan periode 3 detik.....	44
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 135^0 dan periode 2,5 detik.....	45
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap <i>Wave Stepness</i> , Sudut Arah Datang Gelombang 135^0 dan periode 3 detik.....	45
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan <i>Wave Stepness</i> , Arah Gelombang 90^0	46
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan <i>Hi/L</i> , Arah Gelombang 90^0	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Pontoon Breakwater</i>	12
Tabel 2.2 <i>Mat Breakwater</i>	12
Tabel 2.3 <i>Tethered Float Breakwater</i>	12
Tabel 3.1 Skenario Gelombang yang Digunakan dalam Uji Model Fisik	27
Tabel 3.2 Skenario Pengujian yang Dilakukan	27
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Koefisien Transmisi dengan Tinggi Gelombang 0,1 m	34
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Koefisien Transmisi dengan Tinggi Gelombang 0,15 m	35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. HASIL PERHITUNGAN MODEL *BOX FULL*

LAMPIRAN B. HASIL PERHITUNGAN MODEL *INVERTED-U*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini untuk melindungi pantai dari kerusakan yang disebabkan oleh gelombang perairan dibutuhkan suatu bangunan pelindung pantai (*breakwater*). Penelitian yang dilakukan oleh Balai Pantai Pusat Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum (PU) adalah salah satu bagian untuk membuat bangunan pelindung pantai (*breakwater*) tersebut. Apalagi kebanyakan dari pelabuhan dan pantai di Indonesia belum terlindungi dan seringkali diakibatkan oleh terlalu tingginya biaya pembangunan *breakwater* yang permanen, juga karena pertimbangan yang secara teknis terlalu kompleks jika membangun bangunan *breakwater* yang permanen, misalnya kedalaman air yang terlalu dalam atau penggunaan batu alam yang bisa merusak lingkungan sekitar.

Floating breakwater menjadi solusi alternatif yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Keuntungan dari adanya *floating breakwater* antara lain dapat dibangun dalam waktu singkat, mudah dan dengan biaya yang cukup terjangkau, *floating breakwater* juga dapat meminimalisasi pengaruh akibat sirkulasi air, transpor sediment, dan migrasi ikan serta *floating breakwater* dapat dengan mudah dipindahkan dan dirakit kembali dengan layouts yang berbeda serta dapat dipindahkan ke lokasi yang berbeda. *Floating breakwater* selain dapat dipindah juga bisa diperpanjang ataupun diperpendek sesuai ukuran panjang dan konfigurasi susunan yang dibutuhkan. Keuntungan berikutnya kondisi tanah yang buruk memungkinkan digunakannya *floating breakwater* dari pada *fixed breakwater*, *floating breakwater* juga berefek minimal terhadap lingkungan laut sekitarnya dan dapat berfungsi baik di laut dalam maupun dangkal. Untuk pemakaian dalam jangka waktu pendek, *floating breakwater* dapat digunakan sebagai pelindung bibit mangrove muda pada awal masa tancap. *Floating breakwater* dengan ukuran tertentu juga dapat berfungsi sebagai pelabuhan, *parking deck* atau kerambah apung seperti **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Keramba Jaring Apung ó Sinjai

(sumber: <http://bkufloaton.blogspot.com/>)

Penelitian ini penting dilakukan mengingat akan efektivitas penggunaan struktur bangunan pengamanan pantai terapung di laut, kendati telah dilakukan oleh peneliti dari berbagai negara. Struktur yang akan digunakan berupa kubus *floaton* dari bahan HDPE (*High Density Poly Ethylene*). Struktur jenis ini belum dikembangkan, sehingga perlu diketahui efektivitas dan dampak penggunaan struktur apung dalam rangka mendorong diversifikasi penggunaan struktur apung dimasa yang akan datang. Dari penelitian ini diharapkan akan diketahui efektifitas model *breakwater* yang kuat dan optimum dalam meredam beban gelombang serta mengetahui transformasi gelombang laut ketika mengenai dan melewati struktur model *breakwater*, sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi struktur pelindung pantai yang dibutuhkan di perairan Indonesia.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan Masalah dari tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana hasil transmisi gelombang yang terjadi pada *floating breakwater* model *BOX FULL* ?
2. Bagaimana hasil transmisi gelombang yang terjadi pada *floating breakwater* model *INVERTED-U* ?
3. Bagaimana perbandingan hasil kinerja *floating breakwater* model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* ?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil transmisi gelombang yang terjadi berdasarkan ketinggian gelombang sebelum dan sesudah mengenai model floaton *BOX FULL* dari pengujian model fisik 3D.
2. Mengetahui hasil transmisi gelombang yang terjadi berdasarkan ketinggian gelombang sebelum dan sesudah mengenai model floaton *INVERTED-U* dari pengujian model fisik 3D.
3. Membandingkan kinerja *floating breakwater* model *BOX FULL* dan model *INVERTED-U* dari pengujian model fisik 3D.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui kinerja model *floating breakwater* dalam meredam gelombang berdasarkan koefisien transmisi gelombang. Pemodelan fisik menjadi alat yang lebih efektif untuk memodelkan *floating breakwater*. Diharapkan susunan konfigurasi model *floating breakwater* yang dibuat dapat menjadi sumbangan ilmu untuk penelitian model *floating breakwater* dengan dimensi dan konfigurasi yang lain di Indonesia.

1.5. Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan tugas akhir ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengaruh *mooring system* diabaikan.
2. Dasar perairan rata dan kedap.
3. Tinggi gelombang, dan periode gelombang yang dipakai sesuai skenario pengujian.
4. Tidak memperhitungkan *scouring*.
5. Mengijinkan terjadinya *overtopping*.
6. Model *floating breakwater* yang dirancang menggunakan bahan HDPE (*High Density Poly Ethylene*).
7. Gelombang yang terefleksi tidak diperhitungkan.
8. Model menggunakan bahan yang sama dengan *prorotype* dan perbandingan skala.
9. Pengujian hanya menguji trasmisi gelombang yang terjadi dari ketinggian gelombang sebelum dan sesudah mengenai *floating breakwater*.
10. Arah gelombang yang dilakukan dari arah 0° , 45° , dan 90° .
11. Tinggi kedalaman air adalah tetap atau konstan, yaitu $d = 0,4\text{m}$

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian yang dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan tugas akhir, manfaat yang diperoleh, serta ruang lingkup penelitian untuk membatasi analisa yang dilakukan dalam tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi referensi dan teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam menyelesaikan tugas akhir. Referensi tersebut bersumber pada jurnal lokal maupun internasional, literatur, dan buku yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi alur pengerjaan tugas akhir dengan tujuan untuk memecahkan masalah yang diangkat dalam bentuk diagram alir atau *flow chart* yang disusun secara sistematis yang dilengkapi pula dengan data data penelitian serta penjelasan detail untuk setiap langkah pengerjaannya.

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan pembahasan dari hasil analisa-analisa yang telah dilakukan pada penelitian, meliputi analisa hasil, dan pembahasan hasil analisa.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang berupa uraian singkat dari keseluruhan analisa tugas akhir. Uraian singkat ini diharapkan menjawab rumusan masalah yang ada pada Bab I. Pada bab ini juga berisikan saran yang bermanfaat guna keberlanjutan penelitian yang terkait kedepannya.

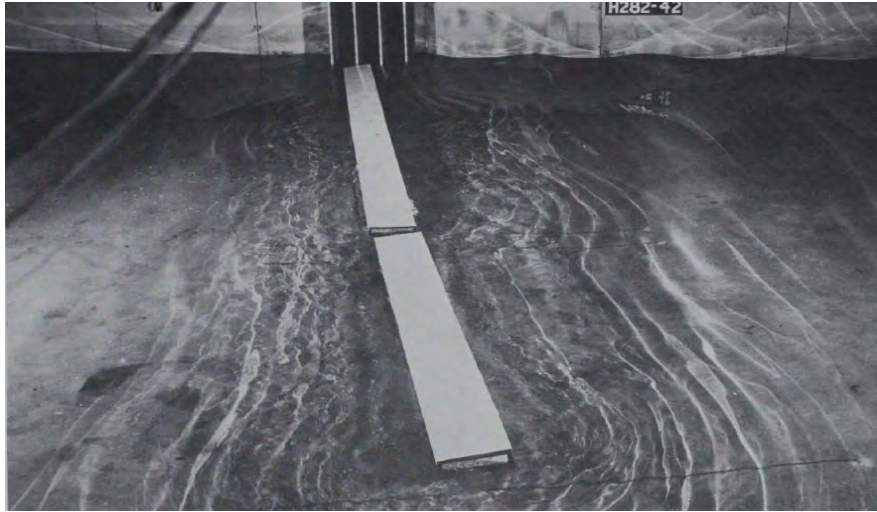
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Struktur pantai adalah bangunan atau tumpukan batu/beton buatan manusia dalam rangka menjaga agar aktivitas manusia di pantai dapat terus berlangsung. Contoh struktur pantai adalah tembok pantai untuk melindungi pantai dari erosi/abrasi, bangunan yang menjorok ke lepas pantai (*dual-jetty*) untuk mempertahankan kedalaman muara sungai atau kanal navigasi agar tidak menjadi dangkal karena sedimentasi, serta tembok pembatas kolam pelabuhan tempat kapal bersandar. Berdasarkan fungsi dan fitur bangunannya, struktur pantai dapat dibedakan menjadi dua kelas, yaitu kelas fungsional primer termasuk *seawalls*, *revetments*, dan *bulkheads*, *groin*, *jetty*, dermaga, pemecah gelombang (*breakwater*), dan kelas aneka struktur termasuk pipa terendam, anjungan lepas pantai, keramba terapung, dan berbagai macam pelabuhan serta struktur marina. *Seawalls*, *revetments*, dan *bulkheads* adalah struktur pantai yang dibangun sejajar atau hampir sejajar dengan garis pantai pada antarmuka darat-laut dengan tujuan menjaga garis pantai agar tetap dalam posisinya dan mencegah terjadinya resesi pantai. *Breakwater* atau pemecah gelombang adalah bangunan yang dikhususkan untuk meredam energi gelombang sehingga tinggi gelombang berkurang pada saat menjalar mendekati pantai (Fousert, 2006). Jika dibandingkan dengan jenis pemecah gelombang lainnya, pemecah gelombang terapung memiliki keunggulan dalam hal kepraktisan pemasangan-pelepasan (*deployment-undeployment*), biaya rendah dan ramah lingkungan karena sirkulasi atau pertukaran air laut pantai dan lepas pantai tidak terblokir. Pengujian 2D yang menunjukkan bahwa koefisien transmisi gelombang sangat berpengaruh terhadap lebar struktur (W/L), sedangkan seperti terlihat pada **Gambar 2.1** pengujian 3D menggunakan model *floating breakwater* yang bernama *caisson* menunjukkan penurunan tidak cukup besar pada koefisien transmisinya. Pada pemecah gelombang terapung kecenderungan hubungan periode terhadap koefisien transmisi yang dimana semakin besar periode berbanding lurus dengan semakin besar pula nilai koefisien transmisi yang terjadi (Carver, 1979).



Gambar 2.1 Penelitian Model Hidrolik Tipe *Caisson* Persegi dengan spesifikasi Lebar 4.9 m, Sarat Air 1.1 m dan Ditambat Rantai dan Jangkar (Carver,1979).

Pemecah gelombang terapung juga dapat bermanfaat ganda yaitu untuk meredam gelombang sekaligus untuk pembiakan ikan atau aqua kultur (Dong dkk, 2008). Atas inisiatif PT Indopipe, telah dilakukan uji coba pemanfaatan *Floaton*® sebagai *breakwater* dengan menggunakan *styrofoam*. Hasil pengujian pada berbagai kondisi gelombang (H_i/gT^2) menunjukkan bahwa lebar struktur (jumlah layer) sangat berpengaruh pada kemampuan reduksi gelombang (K_t). Kelemahan penggunaan pemecah gelombang terapung adalah dari sisi estetika. Karena struktur ini terapung di permukaan maka pada umumnya akan mengganggu pemandangan alami pantai. Struktur apung termasuk juga pemecah gelombang terapung membutuhkan pemancangan (*mooring*) yang kokoh dan pada umumnya pemancangan ini membutuhkan kabel/tali dengan material lentur namun tidak mudah putus.

Para peneliti dari berbagai negara telah mencoba menguji kemampuan dan efektivitas pemecah gelombang apung untuk meredam energi dan mereduksi tinggi gelombang. Sebagian besar dari penelitian tersebut telah dapat menemukan keterkaitan antara dimensi (panjang, lebar dan tinggi) *breakwater* terapung dengan kemampuannya dalam meredam energi atau mereduksi tinggi gelombang. Namun, model *breakwater* dengan susunan yang efektif dengan besarnya redaman gelombang belum banyak diketahui. Oleh karena dalam penelitian ini akan dicari

dan diuji model pemecah gelombang apung dengan kemampuannya meredam gelombang.

Pada saat ini sebagian besar penelitian reduksi tinggi gelombang oleh adanya struktur/bangunan terapung masih dilakukan dalam 1D dan 2D (satu dimensi dan dua dimensi), yaitu uji fisik dengan mempergunakan tank percobaan dan mengukur tinggi gelombang hanya di depan dan dibelakang struktur. Hasil pengukuran tinggi kemudian dibandingkan atau dijadikan rasio antara tinggi gelombang setelah melewati struktur (diukur di belakang struktur apung) dan tinggi gelombang sebelum melewati struktur (diukur di depan struktur apung). Rasio tinggi gelombang ini dikenal sebagai koefisien transmisi. Dalam penelitian ini, struktur (pemecah gelombang) apung akan dilakukan secara 3D (Tiga dimensi dengan mempergunakan beberapa *pile scale* pengukur tinggi gelombang dibelakang struktur apung sehingga pola transisi gelombang setelah melewati/menabrak struktur apung dapat dipetakan.

2.1.1. Breakwater

Breakwater atau pemecah gelombang berfungsi untuk mengurangi atau menghancurkan gelombang sebelum mencapai di perairan pantai. Adapun prinsip kerja dari bangunan pantai ini antara lain adalah:

- Memperkuat/melindungi pantai agar mampu menahan laju gelombang.
- Mengurangi energi gelombang yang datang ke pantai.
- Mengubah laju transport sedimen sepanjang pantai.
- Menambah pasokan sedimen pada daerah-daerah yang telah mengalami penggerusan.

Pada skema *breakwater* ini memiliki banyak variabel yang dapat menentukan dampak pada garis pantai. Skema tersebut dapat dibagi berdasarkan lokasi penempatannya, material, permeabilitas, kondisi puncak, dan panjang.

2.1.1.1. Berdasarkan lokasi

Berdasarkan lokasinya, *breakwater* ini ditentukan oleh koneksi terhadap pesisir pantainya. Lokasi *breakwater* ini dibagi menjadi dua macam, yaitu:

a. *Offshore Breakwater*

Offshore Breakwater adalah bangunan yang dibuat sejajar dengan pantai dan berjarak tertentu dari garis pantai. Bangunan ini direncanakan untuk melindungi pantai yang berada di belakangnya dari hantaman gaya gelombang yang dapat mengakibatkan tergerusnya material pantai/erosi pada pantai tersebut. Seperti halnya groin bangunan pelindung pantai yang dilindungi. Antara satu *breakwater* dengan yang lainnya dipisahkan oleh celah. Melalui celah inilah gaya gelombang yang telah terdifraksi dapat diteruskan ke pantai, tentunya dengan energi yang lebih kecil. Karena sedimen di belakang *breakwater* terlindungi maka akan terbentuk tumpukan sedimen yang biasa disebut sebagai salien. Jika sedimen itu menyentuh *breakwater* dan mengakibatkan terbentuknya daratan baru maka salien yang seperti ini disebut tombolo.

b. *Shore-Connected Breakwater*

Berbeda dengan jenis *breakwater* sebelumnya, *breakwater* jenis ini tidak dibangun di perairan lepas, namun masih terhubung dengan daratan pantai. *Breakwater* jenis ini biasanya dibuat dengan tujuan untuk melindungi daerah perairan tertentu, biasanya dibangun di pelabuhan. Seperti yang terdapat pada pelabuhan Internasional Tanjung Priok Jakarta. Fungsi dari *breakwater* jenis ini adalah sebagai bangunan pelindung yang akan meredam atau mengurangi gaya gelombang yang datang dari laut lepas yang kemudian bertransformasi ke daerah perairan dangkal sehingga gelombang yang berada di belakang *breakwater* tersebut menjadi tenang. Kondisi inilah yang memungkinkan aktifitas bongkar-muat di pelabuhan tersebut.

2.1.1.2. Berdasarkan Material

Berdasarkan material pembentuknya, *breakwater* dapat dibagi menjadi dua macam yaitu buatan dan alami.

a. Buatan

Breakwater ini dibuat manusia berdasarkan kebutuhan yang diinginkan agar dapat dimanfaatkan oleh manusia. Material yang digunakan untuk *breakwater* ini dapat berupa beton, tumpukan kerikil, dan banyak macam lainnya. Namun seiring jalannya waktu banyak peneliti membuatnya dengan tujuan sebagai pemicu tumbuhnya terumbu karang.

b. Alami

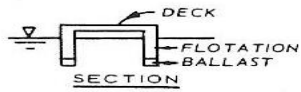
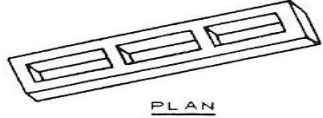
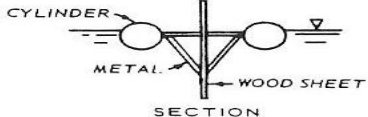

Breakwater ini biasanya terbentuk karena faktor alam. Hal ini menjadikan *breakwater* jenis yang paling bagus karena dapat menyediakan habitat disekelilingnya secara alami. Hal ini juga menjadi pemicu para peneliti untuk membuat *breakwater* ini dapat berupa pohon *mangrove*, terumbu karang, bambu, dan banyak bahan lainnya.

Maka bangunan pemecah gelombang laut (*breakwater*) dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Pemecah gelombang konkrit (*detached breakwater*)
2. Pemecah gelombang tenggelam (*submerged breakwater*)
3. Pemecah gelombang terapung (*floating breakwater*)


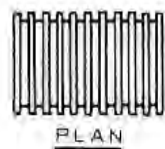
Pemecah gelombang konkrit adalah bangunan pantai yang dipasang dari dasar menjulang hingga permukaan laut, sedangkan pemecah gelombang tenggelam dipasang di dasar laut dan memiliki tinggi yang lebih rendah dari kedalaman laut, sehingga tidak terlihat muncul dipermukaan laut, sedangkan pemecah gelombang terapung adalah struktur atau bangunan pantai yang dibuat dari material yang berat jenisnya lebih kecil dari air laut sehingga bangunan ini mengapung atau sebagian dari bangunan berada di atas permukaan laut dan sebagian lagi berada di bawah permukaan tetapi tidak mencapai dasar perairan. Menurut McCartney (1985), seperti pada tabel di bawah ini secara garis besar terdapat empat tipe *floating breakwater*, yaitu : a) tipe pontoon; b) tipe modul apung; c) tipe rakit; dan d) tipe kotak (box).

Tabel 2.1 Pontoon Breakwater

<u>PONTOON</u> Twin pontoon		Catamaran shape
Open compartment		Sometime called Alaska type
A frame		
Twin log		Deck is open wood frame

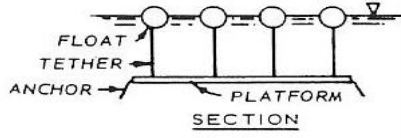
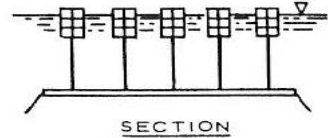
Sumber: www.coastalwiki.org

Tabel 2.2 Mat Breakwater

<u>MAT</u> Tire mat		Scraptires strung on pole framework or bound together with chain or belting. Foam flotation is usually need
Log mat		Log raft chained or cabled together

Sumber: www.coastalwiki.org

Tabel 2.3 Tethered Float Breakwater

<u>TETHERED FLOAT</u> Sphere		Float placed in rows
Tire		Arrangement similar to spheres. Steel drums with ballasts can be used instead of tires

Sumber: www.coastalwiki.org

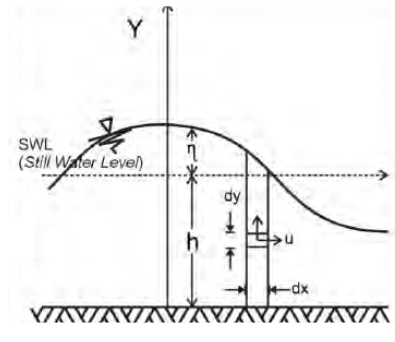
Model penelitian kali ini menggunakan unit floaton berbahan HDPE (*High Density Polyethylene*) yang dirangkai untuk dijadikan sebagai struktur *floating breakwater*. Struktur bangunan ini dibuat dalam satu rangkaian pemecah gelombang yang mengurangi energi gelombang sehingga perairan dibelakang bangunan ini menjadi lebih tenang. Memilih model floaton berbahan HDPE yang dikarenakan kekuatannya serta mudah untuk disusun dan dipindah sesuai dengan kebutuhan.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Gelombang

2.2.1.1. Energi dan Tenaga Gelombang

Energi total gelombang adalah jumlah dari energi kinetik dan energi potensial gelombang. Energi kinetik adalah yang disebabkan oleh kecepatan partikel air karena adanya gerak gelombang. Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh perpindahan muka air karena adanya gelombang. Seperti pada **Gambar 2.2** berikut ini :



Gambar 2.2 Penurunan energi gelombang (Bambang Triadmojo,1999)

$$dE_k = \frac{1}{2} dm V^2 = \frac{1}{2} \rho dx dy (u^2 + v^2) \quad \dots\dots\dots(1)$$

Energi kinetik total adalah integritas dari persamaan atas,

$$E_k = \int_0^L \int_{-d}^0 \left[\frac{\pi H \cos k(d+y)}{T \sin kd} \cos(kx - \sigma t) \right]^2 + \left[\frac{\pi H \sin k(d+y)}{T \sin kd} \sin(kx - \sigma t) \right]^2 dx dy$$

$$E_k = \frac{\rho g H^2 L}{16} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Apabila energi potensial dari gelombang dikurangi dengan energy potensial dari massa air diam seperti yang ditunjukkan dalam gambar diatas, akan didapat energi potensial yang disebabkan oleh gerak gelombang. Dengan menggunakan dasar laut sebagai bidang referensi, energi potensial yang ditimbulkan oleh suatu panjang gelombang E_p adalah:

$$E_p = \int_0^L \rho g (d + \eta) \frac{(d + \eta)}{2} dx - \rho g L d \left(\frac{d}{2} \right)$$

$$E_p = \frac{\rho g H^2 L}{16} \dots\dots\dots(3)$$

Jadi energi kinetik dan potensial adalah sama, dan energi total tiap satu satuan lebar adalah:

$$E = E_k + E_p = \frac{\rho g H^2 L}{8} \dots\dots\dots(4)$$

Energi gelombang berubah dari satu titik ke titik yang lain sepanjang satu panjang gelombang, dan energi rerata satuan luas adalah:

$$E = \frac{E}{L} = \frac{\rho g H^2}{8} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

η : ketinggian gelombang (m)

L : panjang gelombang (m)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

d : kedalaman perairan (m)

T : periode (s)

2.2.1.2. Klasifikasi Gelombang

Sifat dasar gelombang seperti panjang gelombang dan kecepatan dapat diperkirakan dengan teori gelombang amplitudo kecil. Namun, ketinggian gelombang pecah dan ketinggian *runup* gelombang harus diperhatikan batas amplitudonya. Sifat sifat dasar gelombang dinyatakan sebagai fungsi dari tinggi gelombang, periode dan kedalaman air. Berbagai karakteristik gelombang air dangkal yang diperoleh dari pendekatan pertama oleh gelombang amplitudo kecil.

(a) Ketinggian permukaan gelombang yang dihitung dari *still water level*.

$$\eta(x, t) = \frac{H}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{L}x - \frac{2\pi}{T}t\right) \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

η : ketinggian permukaan (m)

L : panjang gelombang (m)

T : periode (s)

(b) panjang gelombang L (m)

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

h : kedalaman air (m)

g : percepatan gravitasi (m/s²)

T : periode (s)

(c) klasifikasi kedalaman gelombang

Berdasarkan kedalaman relatif ($\frac{h}{L}$), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi 3 tipe gelombang, yaitu

1. Gelombang di laut dangkal

$$\text{jika } \frac{h}{L} < \frac{1}{20}$$

2. Gelombang di laut transisi

$$\text{jika } \frac{1}{20} < \frac{h}{L} < \frac{1}{2}$$

3. Gelombang di laut dalam

$$\text{jika } \frac{h}{L} > \frac{1}{2}$$

Klasifikasi gelombang di atas untuk memberikan gambaran panjang gelombang untuk setiap variasi kedalaman. Apabila kedalaman relatif $\frac{h}{L}$ adalah lebih besar dari atau sama dengan 0,5 maka $\tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)$ ditulis menjadi $\tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)$, dan solusi untuk $\tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)$ adalah sama dengan 1, maka persamaan (7) dapat ditulis menjadi,

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} = L_o \dots\dots\dots(8)$$

Dengan :

g : percepatan gravitasi (m/s²)

T : periode (detik)

Persamaan (8) merupakan persamaan panjang gelombang di laut dalam (L_o). Jika dimasukkan nilai $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ dan $\pi = 3,14$ maka persamaan (8) dapat ditulis menjadi,

$$L_o = \frac{9,8 \times T^2}{2 \times 3,14} = 1,56 \times T^2 \dots\dots\dots(9)$$

Untuk panjang gelombang di laut transisi, yaitu jika $\frac{h}{L}$ nilainya memenuhi $\frac{1}{20} < \frac{h}{L} < \frac{1}{2}$, panjang gelombang dihitung dengan persamaan (7). Jika persamaan (7) dibagi dengan persamaan (8), maka akan didapat persamaan sebagai berikut

$$\frac{L}{L_o} = \frac{\frac{gT^2}{2\pi}}{\frac{gT^2}{2\pi}} \cdot \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)$$

$$\frac{L}{L_o} = \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

L : panjang gelombang (m)

L_o : panjang gelombang laut dalam (m)

g : percepatan gravitasi (m/s²)

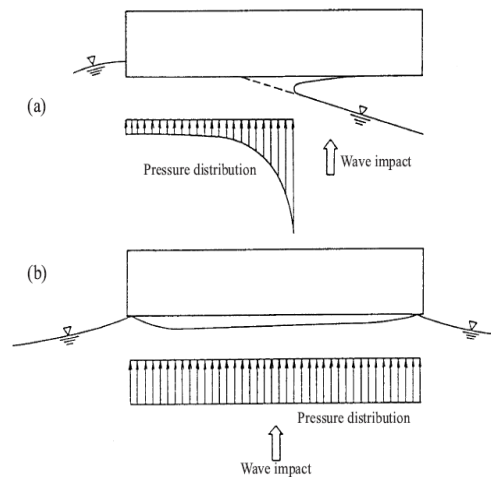
T : periode (detik)

h : kedalaman perairan (m)

(d) gaya angkat ke atas untuk struktur di sekitar permukaan air

Plat atau struktur horizontal yang berada di sekitar permukaan air laut mendapatkan gaya gelombang yang berasal dari gelombang. gaya gelombang ini menghasilkan gaya angkat ke atas (uplift) yang nilainya bergantung pada kondisi

gelombang serta desain struktur. Karakteristik gaya angkat ke atas ini berdasarkan pada gelombang. pada **Gambar 2.3** (a) saat adanya sudut antara permukaan struktur dengan gelombang datang maka distribusi gaya menjadi eksponensial. Sedangkan pada **gambar 2.3** (b) tidak ada sudut antara gelombang dan permukaan struktur maka distribusi gaya menjadi merata.



Gambar 2.3 Dampak antara gelombang dan struktur (OCDI,1999)

Nilai dari gaya angkat ke atas pada struktur ini dihitung dengan rumus

$$Pu = \zeta \frac{\rho_0 g}{4} HLB \tanh \frac{2\pi h}{L} \left(\frac{H}{s} - \frac{s'}{H} \right) \dots\dots\dots(11)$$

$$s' = s - \pi \frac{H^2}{L} \coth \frac{2\pi h}{L} \dots\dots\dots(12)$$

Dengan :

P_u : total uplift force (kN)

ζ : correction factor

ρ_0 : massa jenis air laut (1,03t/m³)

g : percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

H : ketinggian gelombang maksimum (m)

L : panjang gelombang (m)

B : lebar struktur yang tegak lurus arah gelombang (m)

h : kedalaman perairan (m)

s : jarak antara struktur dengan muka air rata-rata (m)

s' : jarak antara struktur dengan titik tengah puncak gelombang (m)

2.2.1.3. Deformasi gelombang

Pada tinggi gelombang dapat dikurangi dengan membuat struktur melintang arah gelombang. Besarnya energi gelombang yang sampai di pantai tergantung pada tinggi gelombang yang datang. Apabila gelombang pada saat penjalaran mengalami suatu rintangan, sebagian energinya akan dihancurkan melalui proses gesekan dan turbulensi. Sebagian lagi akan dipantulkan dan sisanya akan dihancurkan, dipantulkan, dan diteruskan tergantung pada jenis gelombang, dan jenis strukturnya.

Pada lokasi bangunan pantai sebagian energi gelombang akan dipantulkan, sebagian yang lain akan ditransmisikan, dan energi yang tersisakan dihancurkan akibat pecahnya gelombang. Kejadian ini akan memenuhi hukum kekekalan energi yang dapat dinyatakan dengan:

$$E_i = E_t + E_r + E_L \dots\dots\dots(13)$$

Apabila transfer energi rata-rata dari suatu gelombang memiliki periode tertentu diketahui sebesar $E = \frac{E}{L} = \frac{\rho g H^2}{8}$, maka

$$1 = K_t^2 + K_r^2 + K_L \dots\dots\dots(14)$$

Dengan :

L : panjang gelombang (m)

H : ketinggian gelombang (m)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

T : periode gelombang (s)

K_t : koefisien transmisi

K_r : koefisien refleksi

K_L : koefisien energi yang hilang

2.2.1.4. Transmisi gelombang

Transmisi gelombang terjadi karena energi gelombang melalui *breakwater*, menyebabkan energi gelombang berkurang sehingga menghasilkan tinggi gelombang yang lebih kecil pada sisi-sisi struktur. *Floating breakwater* berperan mengurangi energi gelombang yang datang dengan mentransmisikan, mereduksi dan memantulkan gelombang yang datang. Efektifitas dari *floating breakwater* ditentukan dari koefisien transmisinya (K_t). K_t didefinisikan sebagai

rasio tinggi gelombang yang datang (H_i) dan tinggi gelombang transmisi dibelakang breakwater (H_t). Transmisi gelombang dapat terjadi pada struktur breakwater dengan puncak yang rendah sehingga akan terjadi banyak *overtopping*. Umumnya, performa breakwater dapat didefinisikan dengan koefisien transmisi yang merupakan perbandingan antara tinggi gelombang dibelakang breakwater / *transmitted wave* (H_t) dan tinggi gelombang datang / *incident wave* (H_i).

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \dots\dots\dots (15)$$

Dengan :

K_t : koefisien transmisi

H_t : tinggi gelombang transmisi / *transmitted wave* (m)

H_i : tinggi gelombang datang / *incident wave* (m)

Berdasarkan pada energy konservasi, koefisien energi yang hilang dapat dikalkulasikan dalam hubungan berikut:

$$Cr^2 + Ct^2 + Cl^2 = 1 \dots\dots\dots (16)$$

Dengan :

Cl : koefisien energi yang hilang

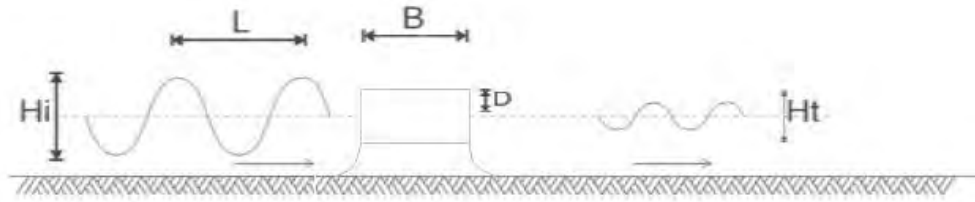
Cr : koefisien refleksi

Ct : koefisien transmisi

Selain dipengaruhi oleh nilai koefisien refleksi gelombang tersebut, nilai koefisien energi yang hilang turut pula mempengaruhi besar kecilnya nilai dari koefisien transmisi gelombang.

2.2.2. Analisa Dimensi

Pada saat merencanakan pengujian model dan untuk menyajikan hasil eksperimen, sangat berguna untuk melakukan analisis dimensi terhadap permasalahan eksperimen tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi parameter penting sehingga dapat mengatur variable model yang diuji dengan sesuai.



Gambar 2.4 Ilustrasi Permodelan

Berdasarkan **Gambar 2.4**, variabel yang mempengaruhi koefisien transmisi dapat ditulis sebagai berikut:

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = f(L, T, \rho_w, H_i, H_t, D, B, V_w, \mu, g) \dots\dots\dots(17)$$

Dengan :

- L : panjang gelombang (m)
- T : periode gelombang (s)
- ρ_w : massa jenis (kg/m^3)
- H_i : tinggi gelombang datang (m)
- H_t : tinggi gelombang transmisi (m)
- D : diameter struktur (m)
- B : panjang struktur (m)
- V_w : kecepatan seragam (m/s)
- μ : viskositas dinamis
- g : gravitasi (m/s^2)

Persamaan di atas lalu dipecahkan dengan menggunakan metode matriks sehingga menghasilkan nilai sebagai berikut:

$$\frac{H_i}{L}, \frac{H_t}{L}, \frac{D}{L}, \frac{B}{L}, \frac{V_w T}{L}, \frac{\mu T}{L^2 \rho_w}, \frac{g T^2}{L} = \pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5, \pi_6, \pi_7 \dots\dots\dots(18)$$

Dengan menggabungkan nilai maka didapat parameter tak berdimensi sebagai berikut:

$$\frac{H_i}{g T^2}, \frac{H_t}{H_i}, \frac{D}{g T^2}, \frac{B}{L}, \frac{V_w T}{L}, \frac{\mu}{\rho_w}, \frac{g}{h} = \frac{\pi_1}{\pi_7}, \frac{\pi_2}{\pi_1}, \frac{\pi_3}{\pi_7}, \pi_4, \pi_5, \frac{\pi_6}{\pi_6}, \frac{\pi_7^2}{\pi_6} \dots\dots\dots(19)$$

Empat suku pertama menjelaskan sifat gelombang datang, gelombang yang ditransmisikan, dan geometri. Keempat suku pertama ini dinamakan kemiringan gelombang, transmisi gelombang, diameter model, dan panjang model. Tiga parameter terakhir adalah bilangan *Keulegan-Carpenter* (KC), bilangan *Reynolds*, dan bilangan *Froude* yang penting dalam proses analisa dimensi pemodelan. Apabila ketiga persamaan tersebut konstan, persamaannya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Kt = \frac{Ht}{Hi} = f\left(\frac{Hi}{gT^2}, \frac{D}{gT^2}, \frac{B}{L}\right) \dots\dots\dots (20)$$

Dengan :

- L : panjang gelombang (m)
- T : periode gelombang (s)
- Hi : tinggi gelombang datang (m)
- Ht : tinggi gelombang transmisi (m)
- D : diameter struktur (m)
- B : panjang struktur (m)
- g : gravitasi (m/s^2)

2.2.2.1. Satuan fisik

Satuan fisik ditampilkan untuk suatu benda berupa panjang (m), massa (kg), berat (N), viskositas, dan lain-lainnya. Satuan fisik dibagi dua kelompok yaitu *Primary Quantities* dan *Secondary Quantities*. *Primary quantities* hanya mempunyai dimensi satu berupa panjang saja atau satu macam satuan saja. *Secondary quantities* mempunyai dimensi lebih dari satu.

2.2.2.2. Sistem satuan

Dalam system satuan ada 2 yang digunakan yaitu *physic system (absolute)* dengan satuan M (massa), L (panjang), T (waktu) dan *engineering system* dengan satuan F (gaya), L (panjang), T (waktu). Pada sistim *absolute* atau fisik termasuk *primary quantities*.

2.2.3. Model Analisa

Dengan model analisa ini akan membuat para desainer mendapatkan informasi yang mendekati kebenaran sebelum memulai melaksanakan pekerjaan yang sesungguhnya, dan untuk mendapatkan pengaruh yang akan ditimbulkannya. Sehingga dapat memberikan gambaran pemodelan konstruksi sebagai alternatif perencanaan sebelum dilaksanakan sebagai keputusan yang tepat.

Model hanya merupakan sumber penyelesaian pendekatan permasalahan konstruksi atau hidrolika. Dengan model ini berguna sebagai alternatif dalam merencanakan pemodelan suatu kegiatan. Untuk merencanakan memodelkan suatu kegiatan perlu dipilih skala model peruntukannya sebagai berikut :

- Ruang yang akan dipakai untuk pemodelannya.
- Ketersediaan jumlah air yang ada pada laboratorium.
- Tipe hasil yang diinginkan (mutu dan jumlah).
- Besarnya pengeluaran yang digunakan.

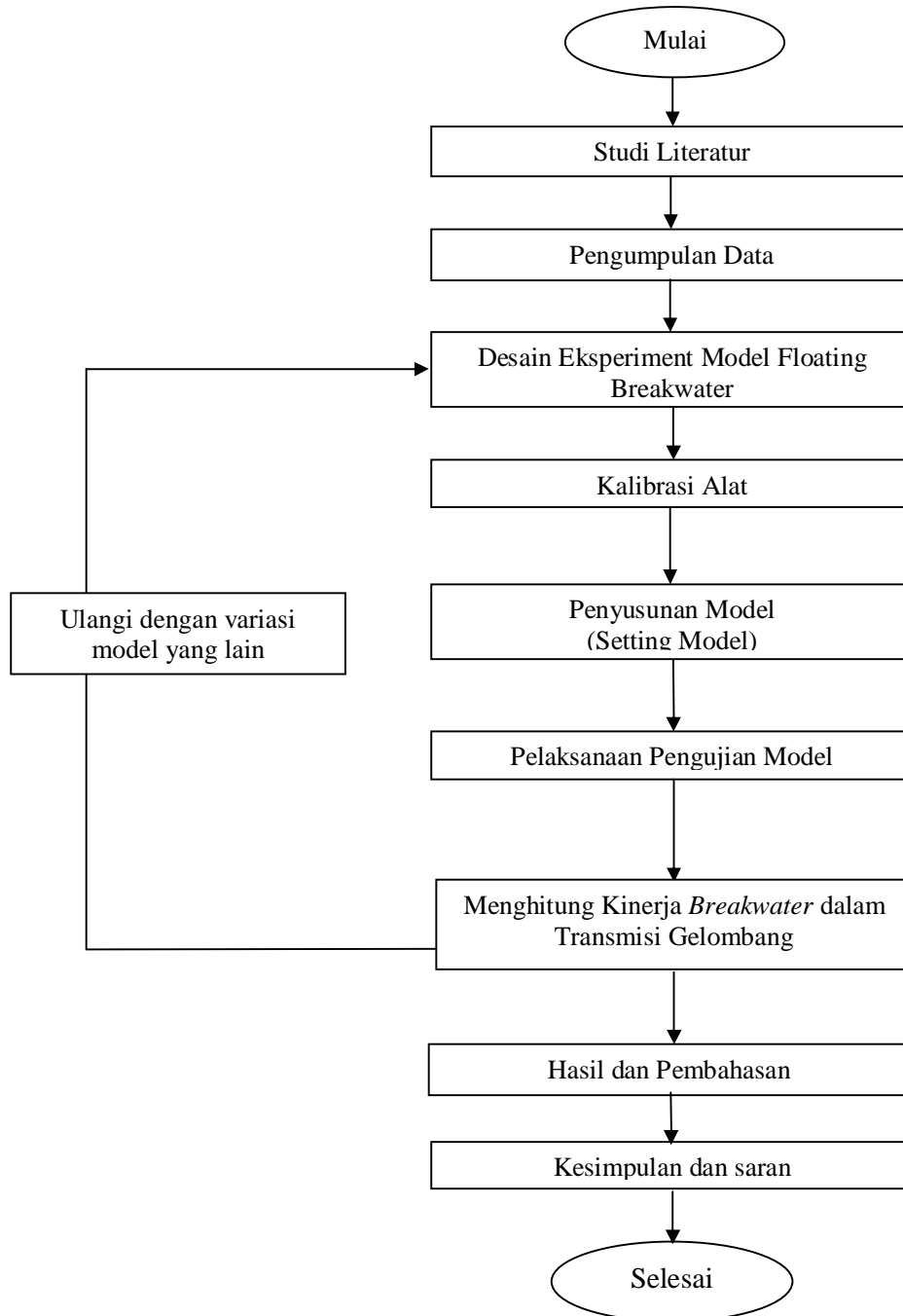
Jika semua dimensi variabel bebas mempunyai nilai yang sama untuk model dan protipe maka keduanya dikatakan absolut mirip. Akan tetapi pada prototype karena dimodelkan dengan skala yang kecil maka tegangan permukaan diabaikan, pengaruh ini disebut sebagai efek skala.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Alir pengerjaan tugas akhir ini adalah :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

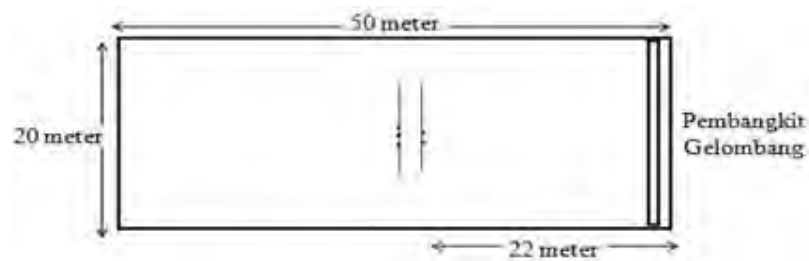
3.2. Prosedur Penelitian

3.2.1. Studi Literatur

Pengumpulan informasi mengenai model *floating breakwater*, pemodelan fisik dan perhitungan koefisien transmisi yang digunakan dalam tugas akhir ini diperoleh dari jurnal, penelitian tugas akhir, buku dan sumber lainnya. Hal ini dilakukan untuk memperjelas masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini.

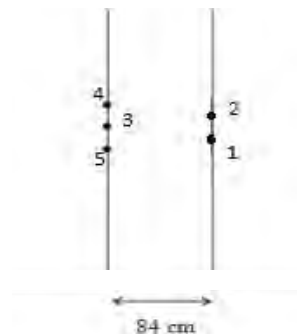
3.2.2. Pengumpulan Data

Data-data utama yang digunakan pada penelitian ini adalah data elevasi muka air yang diperoleh dari hasil uji model fisik di Laboratorium Balai Pantai, Puslitbang Air, Gondol, Bali. Percobaan dilakukan di kolam dengan panjang 50 meter, lebar 20 meter, dan kedalaman 0,5 meter. Seperti skema pada **Gambar 3.2** di bawah ini:



Gambar 3.2 Skema kolam Laboratorium Balai Pantai

Breakwater apung ditempatkan pada jarak kurang lebih 22 meter dari pembangkit gelombang. Pada **Gambar 3.3** terlihat dua buah sensor *pile scale* diletakkan di depan *breakwater* apung sedangkan 3 buah diletakkan di belakang *breakwater* apung. Hal ini dilakukan untuk merekam tinggi gelombang sebelum menabrak dan setelah menabrak *breakwater* apung.



Gambar 3.3 Penempatan *Pile Scale*

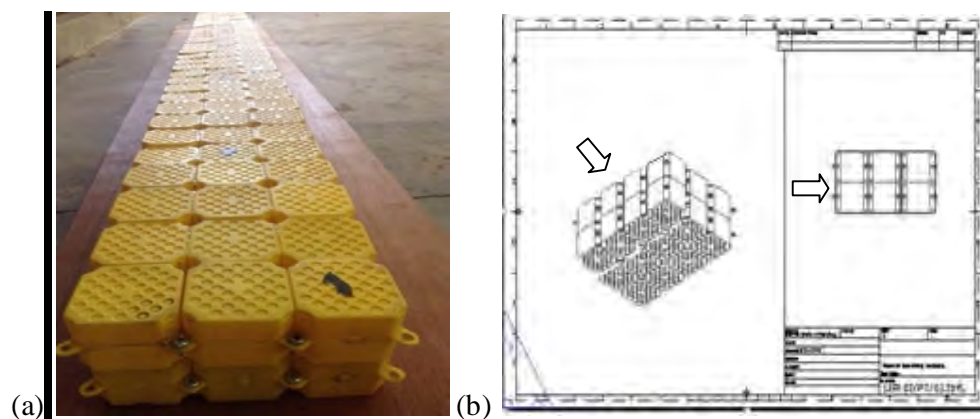
3.2.3. Desain Eksperimen Model *Floating Breakwater*

Membuat desain awal model *floating breakwater* yaitu floaton berdasarkan model susunan dan ukuran skala yang sudah ada. Dalam membuat *breakwater* apung untuk uji model fisik diperlukan komponen penyusun *breakwater* apung berbahan HDPE yang disebut *floaton*. *Floaton* yang digunakan untuk uji fisik laboratorium memiliki dimensi $5 \times 5 \times 4$ cm, sedangkan *floaton* yang sebenarnya memiliki dimensi $50 \times 50 \times 40$ cm. Dengan demikian, maka *floaton* yang digunakan untuk uji fisik laboratorium memiliki perbandingan 1:10 dengan *floaton* ukuran sebenarnya berdasarkan ketersediaan *wave generator* dan luasan kolam.

Pada pengujian *breakwater* apung dalam meredam gelombang, penulis mencoba dua *breakwater* apung yang didesain berdasarkan konfigurasi susunan yang berbeda dengan dimensi bentuk yang sama yaitu $200 \times 15 \times 8$ cm.

3.2.3.1. Desain *Floating Breakwater* Model **BOX FULL**

Breakwater apung yang digunakan dalam uji fisik laboratorium ini menggunakan 240 buah *floaton* dengan dimensi keseluruhan yaitu $200 \times 15 \times 8$ cm seperti yang terlihat pada **Gambar 3.4** di bawah ini dan anak panah merupakan arah datang gelombang. *Breakwater* apung ini dipasang pada permukaan air dengan menggunakan tali tampar dan pemberat jangkar sebagai penambatnya, dengan kedalaman kolam pengujian 0,4 m.

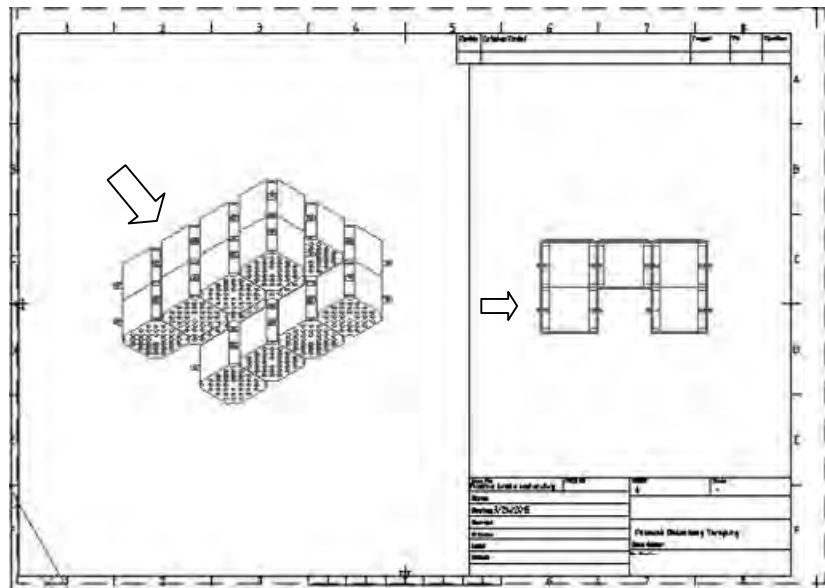


Gambar 3.4 Desain *Floating Breakwater* Model **BOX FULL**

a) model asli; b) sketsa model

3.2.3.2. Desain *Floating Breakwater* Model *INVERTED-U*

Pada model *Breakwater* apung yang digunakan dalam uji fisik laboratorium ini memiliki susunan konfigurasi yang berbeda dari *BOX FULL*, dengan menggunakan 200 buah *floaton* dengan dimensi keseluruhan yaitu $200 \times 15 \times 8$ mm. *Breakwater* apung ini dipasang dengan konfigurasi susunan memiliki spasi ditengahnya untuk mengurangi beban *breakwater* apung dan anak panah pada sketsa menunjukkan arah datang gelombang, seperti pada sketsa **Gambar 3.5** berikut:



Gambar 3.5 Desain Sketsa *Floating Breakwater Model INVERTED-U*

3.2.4. Kalibrasi Alat

Mempersiapkan alat kalibrasi wave generator dan pile scale yang berguna untuk membangkitkan gelombang dan mengukur tinggi gelombang datang dan gelombang transisi, serta melakukan pengecekan gelombang sebelum melakukan pengujian. Pada uji fisik *breakwater* apung, masing-masing desain akan diuji dengan 6 skenario dengan tinggi gelombang, periode gelombang dan arah yang berbeda seperti pada **Gambar 3.6**. Perbedaan parameter gelombang dan arah dari masing-masing skenario akan menunjukkan kemampuan *breakwater* apung dalam mereduksi tinggi gelombang. Data skenario gelombang yang digunakan untuk menguji *breakwater* apung dapat dilihat dalam **Tabel 3.1**. Gelombang yang digunakan dalam pengujian ini adalah gelombang reguler.

Tabel 3.1 Skenario Gelombang yang Digunakan dalam Uji Model Fisik

Arah Datang Gelombang (derajat)	Tinggi Gelombang Bangkitan (meter)	Periode Gelombang Bangkitan (detik)
45 ⁰	0,1 m	2,5s
90 ⁰		3s
135 ⁰	0,15 m	2,5s
		3s



Gambar 3.6 Sudut Arah Datang Gelombang dari *Wave Generator* Terhadap Model

Pada pengujian terdapat 6 skenario yang dilakukan pada masing-masing model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* di kolam pengujian model fisik 3D. Pada **Gambar 3.6** di atas terlihat arah datang gelombang dari pembangkit gelombang atau *wave generator* terhadap model.

Tabel 3.2 Skenario Pengujian yang Dilakukan

Skenario Pengujian	Sudut Arah Datang Gelombang (derajat)	Periode (detik)	Tinggi Gelombang (meter)
SKENARIO 1	45 ⁰	2,5 s	0,1 m dan 0,15 m
SKENARIO 2	90 ⁰	2,5 s	0,1 m dan 0,15 m
SKENARIO 3	135 ⁰	2,5 s	0,1 m dan 0,15 m
SKENARIO 4	45 ⁰	3 s	0,1 m dan 0,15 m
SKENARIO 5	90 ⁰	3 s	0,1 m dan 0,15 m
SKENARIO 6	135 ⁰	3 s	0,1 m dan 0,15 m

Detail spesifik **Tabel 3.2** dari jenis skenario dengan variasi arah datang gelombang, periode gelombang, tinggi gelombang, dan susunan konfigurasi model yang dilakukan pada percobaan model dengan pengujian model fisik 3D, yaitu:

- a. SKENARIO 1: Pengujian dilakukan dengan arah gelombang 45^0 dari *wave generator* dengan periode 2,5 detik dan tinggi gelombang datang 0,1 m dan 0,15 m.
- b. SKENARIO 2: Pengujian dilakukan dengan arah gelombang 90^0 dari *wave generator* dengan periode 2,5 detik dan tinggi gelombang datang 0,1 m dan 0,15 m.
- c. SKENARIO 3: Pengujian dilakukan dengan arah gelombang 135^0 dari *wave generator* dengan periode 2,5 detik dan tinggi gelombang datang 0,1 m dan 0,15 m.
- d. SKENARIO 4: Pengujian dilakukan dengan arah gelombang 45^0 dari *wave generator* dengan periode 3 detik dan tinggi gelombang datang 0,1 m dan 0,15 m.
- e. SKENARIO 5: Pengujian dilakukan dengan arah gelombang 90^0 dari *wave generator* dengan periode 3 detik dan tinggi gelombang datang 0,1 m dan 0,15 m.
- f. SKENARIO 6: Pengujian dilakukan dengan arah gelombang 135^0 dari *wave generator* dengan periode 3 detik dan tinggi gelombang datang 0,1 m dan 0,15 m.

3.2.5. Penyusunan Model

Pada **Gambar 3.7** dilakukan proses penyusunan dan penempatan floaton atau model *floating breakwater* dengan manual. Variasi model yang disusun yaitu berbentuk *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan dimensi yang sama tetapi berbeda susunan konfigurasinya kemudian akan diuji sesuai dengan batasan analisa model yang sudah direncanakan, dan penempatan *wave probe* disesuaikan seperti pada sketsa skenario kemudian meletakkan pada *wave flume* seperti pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3.7 Penyusunan Model Floaton



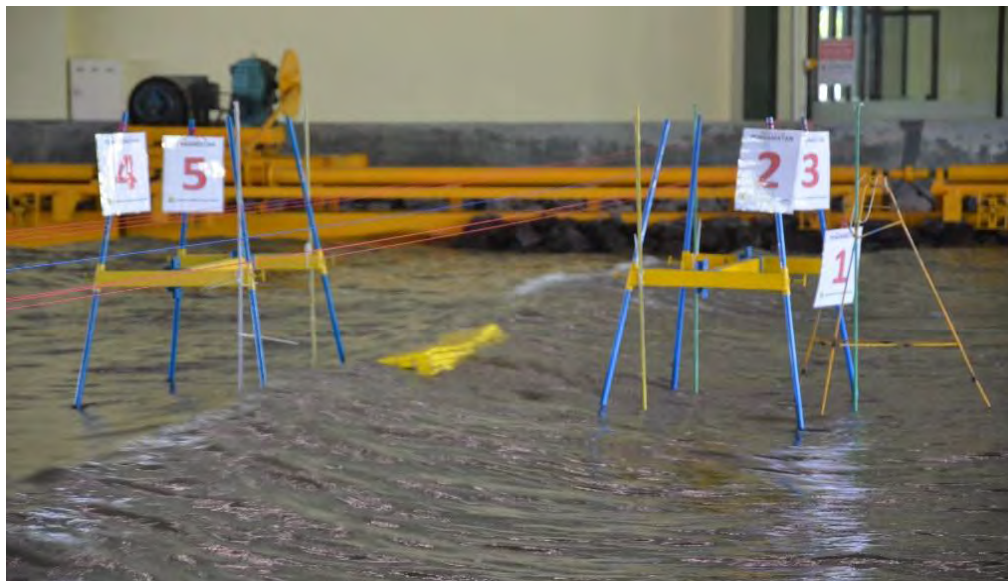
Gambar 3.8 Pemasangan *Pile Scale* dan Model

3.2.6. Pelaksanaan Pengujian Model

Running model floaton untuk menghitung redaman yang terjadi pada model *floating breakwater* berdasarkan koefisien transmisinya dari variasi tinggi gelombang, arah datang gelombang, susunan konfigurasi model, dan periodenya seperti terlihat pada **Gambar 3.9** dan **Gambar 3.10**.



Gambar 3.9 Pengujian Floaton Model *BOX FULL*



Gambar 3.10 Pengujian Floaton Model *INVERTED-U*

3.2.7. Menghitung Kinerja *Floating Breakwater* dalam Transmisi Gelombang

Perhitungan kinerja breakwater berdasarkan pada hasil pembacaan pengujian pada kolam 3D. Pembacaan yang dilakukan sebagian besar adalah:

1.) Periode

Mengamati rentang waktu yang terbaik untuk satu panjang gelombang dimana belum ada pengaruh gelombang menggunakan *stopwatch*

2.) Tinggi Gelombang datang maksimum dan minimum

Mengamati tinggi gelombang datang tertinggi dan terendah pada gelombang yang dihasilkan *wave generator*. Pengamatan ini dilakukan menggunakan alat ukur ketinggian yang dipasang pada kolam pengujian.

3.) Tinggi gelombang transmisi maksimum dan minimum

Mengamati gelombang transmisi tertinggi dan terendah pada gelombang yang berada pada sebelum model dan sesudah model. Pembacaan ini menggunakan alat ukur ketinggian yang telah dipasang pada kolam pengujian.

3.2.8. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Koefisien transmisi yang telah dihitung berdasarkan hasil pengujian model fisik kemudian dianalisis berdasarkan teori gelombang dan teori transmisi gelombang.

3.2.9. Kesimpulan dan Saran

Hasil analisa akan disajikan dalam bentuk grafik dan hasil pengujian model fisik agar bisa dibuat kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

3.2.10. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (latar belakang, tujuan, dan sebagainya) sampai saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta pemberian-pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Hasil Perhitungan Model

Di dalam pengujian model ini hasil yang disajikan dimasukkan tabel kemudian disajikan dalam grafik. Grafik yang akan disajikan merupakan pengaruh *wave steepness* terhadap koefisien transmisi, dan dibagi berdasarkan arah datang gelombang sesuai skenario dari kedua model yaitu *BOX FULL* dan *INVERTED-U*. Pada Ketika suatu gelombang mengenai struktur maka gelombang akan teredam/ditransmisikan, tetapi akan ada sisa-sisa energi gelombang yang terjadi setelah melewati struktur. Transmisi gelombang dan tinggi gelombang yang terjadi di belakang struktur dijabarkan sebagai suatu koefisien transmisi seperti yang dirumuskan sebelumnya pada persamaan (15).

Dan untuk menilai kecuraman gelombang (*wave steepness*), yang merupakan perhitungan yang mempengaruhi nilai koefisien transmisi (K_t) dari persamaan (20) dapat dihitung tinggi gelombang (H), gravitasi ($g = 9,82$), dan periode gelombang (T). Memiliki rumusan sebagai berikut:

$$\text{Wave steepness} = \frac{H}{gT^2} \dots\dots\dots(23)$$

Dengan :

H : tinggi gelombang (meter)

g : gravitasi (m/s^2)

T : periode gelombang (detik)

Dari nilai-nilai K_t pada tabel di bawah ini terlihat K_t maksimum, K_t minimum, dan K_t rata-rata pada model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang 0,1 m pada **Tabel 4.1** dan dengan tinggi gelombang 0,15 m pada **Tabel 4.2**. Seperti yang terlihat dari data tersebut bahwa arah datang gelombang pada struktur dan susunan konfigurasi model *floating breakwater* memberi pengaruh pada K_t , dari arah datang gelombang pada sudut 90° mempunyai nilai K_t yang terbesar, hal ini berarti dari sudut tersebut hanya mengalami redaman/transmisi gelombang yang sedikit dan semakin besar periode

gelombang maka semakin sedikit terjadinya redaman/transmisi gelombang. Pada Tabel 4.1 pengujian model *BOX FULL* tinggi gelombang 0,1 m dengan Skenario 1 diperoleh nilai Kt (0.95-0.97) , Skenario 2 diperoleh nilai Kt (0.91-0.97), Skenario 3 diperoleh nilai Kt (0.90-0.97), Skenario 4 diperoleh nilai Kt (0.91-0.97), Skenario 5 diperoleh nilai Kt (0.90-0.97), Skenario 6 diperoleh nilai Kt (0.93-0.97). Dan Kt rata-rata model *BOX FULL* pada Skenario 1 (0.9687), Skenario 2 (0.9561), Skenario 3 (0.9677), Skenario 4 (0.9514), Skenario 5 (0.9494), Skenario 6 (0.9505). Pada pengujian model *INVERTED-U* tinggi gelombang 0,1 m dengan Skenario 1 diperoleh nilai Kt (0.97-0.97), Skenario 2 diperoleh nilai Kt (0.93-0.97), Skenario 3 diperoleh nilai Kt (0.93-0.97), Skenario 4 diperoleh nilai Kt (0.95-0.97), Skenario 5 diperoleh nilai Kt (0.93-0.97), Skenario 6 diperoleh nilai Kt (0.95-0.97). Dan Kt rata-rata model *INVERTED-U* pada Skenario 1 (0.9759), Skenario 2 (0.9652), Skenario 3 (0.9739), Skenario 4 (0.9569), Skenario 5 (0.9735), Skenario 6 (0.9577).

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Koefisien Transmisi
dengan Tinggi Gelombang 0,1 m

Model	Arah Gelombang (derajat)	Periode (detik)	Kt Max	Kt Min	Kt rata-rata
BOX FULL 1	45	2.5	0.97561	0.95122	0.968766
BOX FULL 2	90	2.5	0.978723	0.916667	0.956198
BOX FULL 3	135	2.5	0.97619	0.906977	0.967723
BOX FULL 4	45	3	0.977273	0.911111	0.951479
BOX FULL 5	90	3	0.978723	0.9	0.949443
BOX FULL 6	135	3	0.97619	0.930233	0.9505
INVERTED-U 1	45	2.5	0.97619	0.97561	0.975942
INVERTED-U 2	90	2.5	0.977273	0.930233	0.965247
INVERTED-U 3	135	2.5	0.97561	0.930233	0.973989
INVERTED-U 4	45	3	0.976744	0.953488	0.956962
INVERTED-U 5	90	3	0.978261	0.934783	0.9735
INVERTED-U 6	135	3	0.977273	0.953488	0.957754

Kemudian pada **Tabel 4.2** pengujian model *BOX FULL* dengan tinggi gelombang 0,15 m dengan Skenario 1 diperoleh nilai Kt (0.95-0.97), dengan Skenario 2 diperoleh nilai Kt (0.82-0.98), dengan Skenario 3 diperoleh nilai Kt (0.93-0.97), dengan Skenario 4 diperoleh nilai Kt (0.91-0.97), dengan Skenario 5 diperoleh nilai Kt (0.83-0.98), dengan Skenario 6 diperoleh nilai Kt (0.93-0.97). Dan Kt rata-rata model *BOX FULL* pada Skenario 1 (0.9743), Skenario 2 (0.9088), Skenario 3 (0.9701), Skenario 4 (0.9543), Skenario 5 (0.9363), Skenario 6 (0.9554). Pada pengujian model *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang 0,15 m dengan Skenario 1 diperoleh nilai Kt (0.91-0.97), dengan Skenario 2 diperoleh nilai Kt (0.85-0.98), dengan Skenario 3 diperoleh nilai Kt (0.95-0.97), dengan Skenario 4 diperoleh nilai Kt (0.91-0.97), dengan Skenario 5 diperoleh nilai Kt (0.86-0.98), dengan Skenario 6 diperoleh nilai Kt (0.95-0.97). Dan Kt rata-rata model *INVERTED-U* pada Skenario 1 (0.9759), Skenario 2 (0.9323), Skenario 3 (0.9729), Skenario 4 (0.9657), Skenario 5 (0.9468), Skenario 6 (0.9634).

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Koefisien Transmisi
dengan Tinggi Gelombang 0,15 m

Model	Arah Gelombang (derajat)	Periode (detik)	Kt Max	Kt Min	Kt rata-rata
BOX FULL 1	45	2.5	0.976744	0.954545	0.974366
BOX FULL 2	90	2.5	0.98	0.824561	0.908865
BOX FULL 3	135	2.5	0.976744	0.930233	0.970173
BOX FULL 4	45	3	0.978723	0.916667	0.954376
BOX FULL 5	90	3	0.980392	0.830189	0.936381
BOX FULL 6	135	3	0.978261	0.934783	0.955418
INVERTED-U 1	45	2.5	0.977273	0.913043	0.975942
INVERTED-U 2	90	2.5	0.98	0.851852	0.932398
INVERTED-U 3	135	2.5	0.976744	0.952381	0.972947
INVERTED-U 4	45	3	0.979167	0.918367	0.965792
INVERTED-U 5	90	3	0.980392	0.867925	0.946831
INVERTED-U 6	135	3	0.979167	0.958333	0.963463

Terlihat pada grafik hasil pengujian model fisik 3D di bawah berikut ini, untuk kedua jenis konfigurasi susunan model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* yang dilakukan pada kolam pengujian dengan kedalaman 0,4 m, tinggi gelombang 0,1m dan 0,15 m, dan periode 2,5 detik dan 3 detik. Dilakukan dengan variasi arah datang gelombang yang berbeda untuk mengetahui kombinasi efek dari transmisi dan difraksi gelombang. Perbandingan yang disajikan berupa koefisien transmisi pada sumbu-x dengan *wave steepness* (H_i/gT^2) pada sumbu-y. Hasil spesifik pengujian dijelaskan dari 3 variasi arah gelombang datang, sebagai berikut:

a. Hasil pengujian dari sudut arah datang gelombang 45^0

Perbandingan koefisien transmisi dengan *wave steepness* (H_i/gT^2) dari sudut arah datang gelombang 45^0 disajikan pada **Gambar 4.1** untuk *BOX FULL* dan **Gambar 4.2** untuk *INVERTED-U*. Sebaran data berbentuk bulatan berwarna merah dan biru model dengan tinggi gelombang datang 0,1 m, sedangkan sebaran data yang berbentuk segitiga berwarna ungu dan hijau mewakili model dengan tinggi gelombang datang 0,15 m. Pada kedua grafik untuk model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* terlihat *trendline* cenderung konstan. Model dengan susunan konfigurasi *INVERTED-U* lebih baik dalam meredam gelombang dari sudut arah datang gelombang ini, terlihat dari lebih kecilnya nilai K_t daripada model dengan susunan konfigurasi *BOX FULL*.

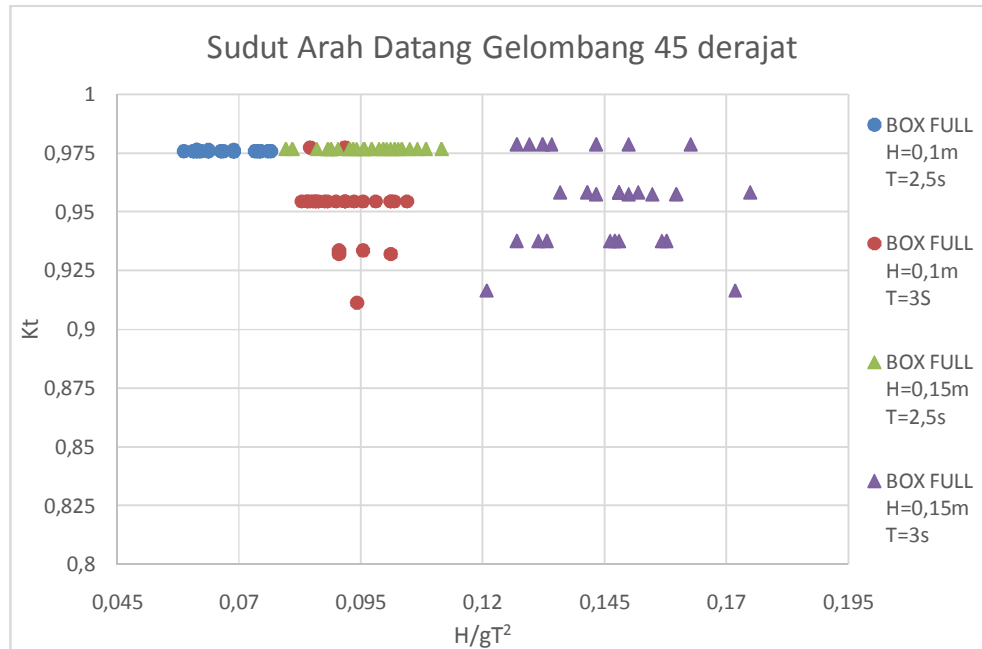
b. Hasil pengujian dari sudut arah datang gelombang 90^0

Perbandingan koefisien transmisi dengan *wave steepness* (H_i/gT^2) dari sudut arah datang gelombang 90^0 disajikan pada **Gambar 4.3** untuk model *BOX FULL* dan **Gambar 4.4** untuk model *INVERTED-U*. Sebaran data berbentuk bulatan berwarna merah dan biru mewakili model dengan tinggi gelombang datang 0,1 m, sedangkan sebaran data yang berbentuk segitiga berwarna ungu dan hijau mewakili model dengan tinggi gelombang datang 0,15 m.

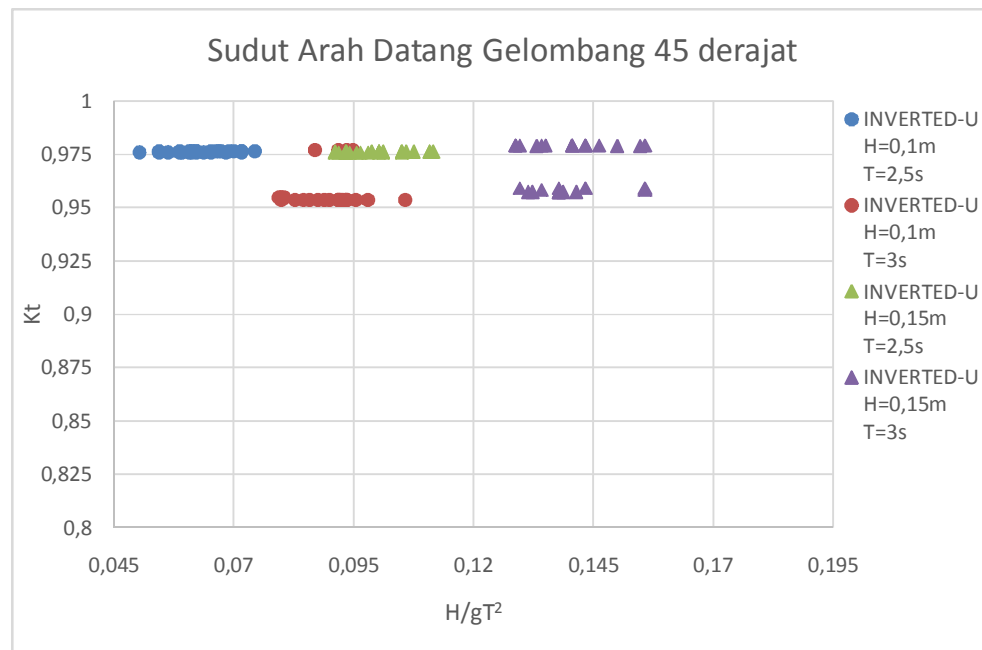
Pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4** model dengan susunan konfigurasi *BOX FULL* lebih baik baik meredam gelombang daripada model dengan susunan konfigurasi *INVERTED-U*. Dan pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4** terlihat data pada periode 2,5 detik terjadi redaman yang teratur pada kedua model dengan tinggi gelombang datang 0,1 m maupun 0,15 m, berbanding terbalik dengan data pada periode 3 detik yang cenderung menyebar berarti terjadi redaman yang tidak teratur.

c. Hasil pengujian dari sudut arah datang gelombang 135^0

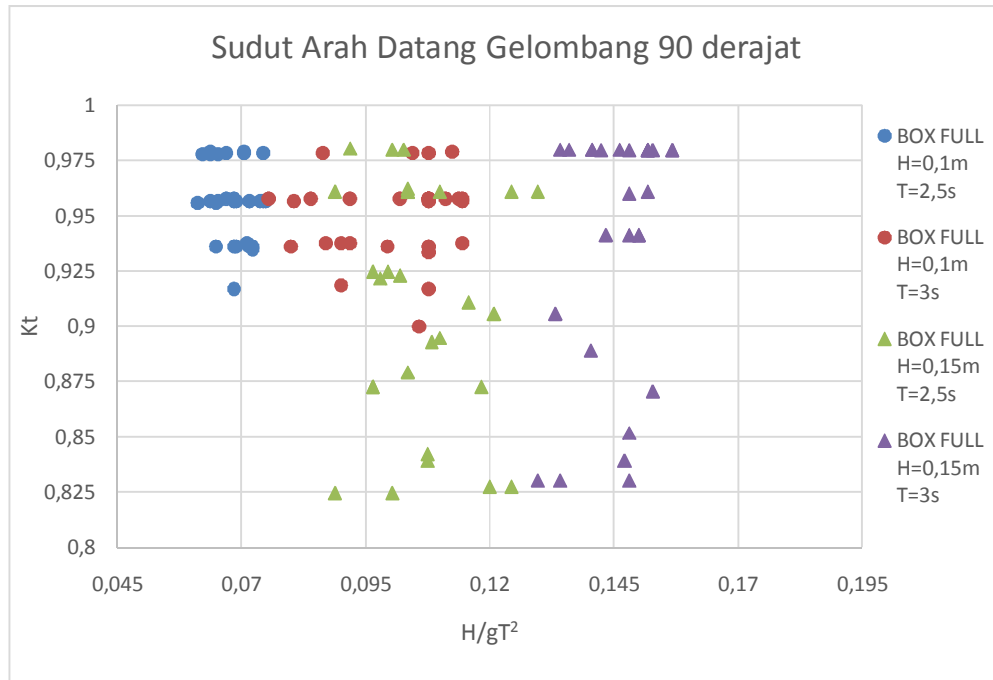
Perbandingan koefisien transmisi dengan *wave steepness* (H_i/gT^2) dari sudut arah datang gelombang 135^0 disajikan pada **Gambar 4.5** untuk model *BOX FULL* dan **Gambar 4.6** untuk model *INVERTED-U*. Sebaran data berbentuk bulatan berwarna merah dan biru mewakili model dengan tinggi gelombang datang 0,1 m, sedangkan sebaran data yang berbentuk segitiga berwarna ungu dan hijau mewakili model dengan tinggi gelombang datang 0,15 m. Dari *trendline* yang terlihat semakin besarnya *wave steepness*, nilai koefisien transmisi semakin naik. Pada grafik terlihat model dengan susunan konfigurasi *BOX FULL* lebih baik meredam gelombang daripada model dengan susunan konfigurasi *INVERTED-U* dari arah datang gelombang pada sudut ini.



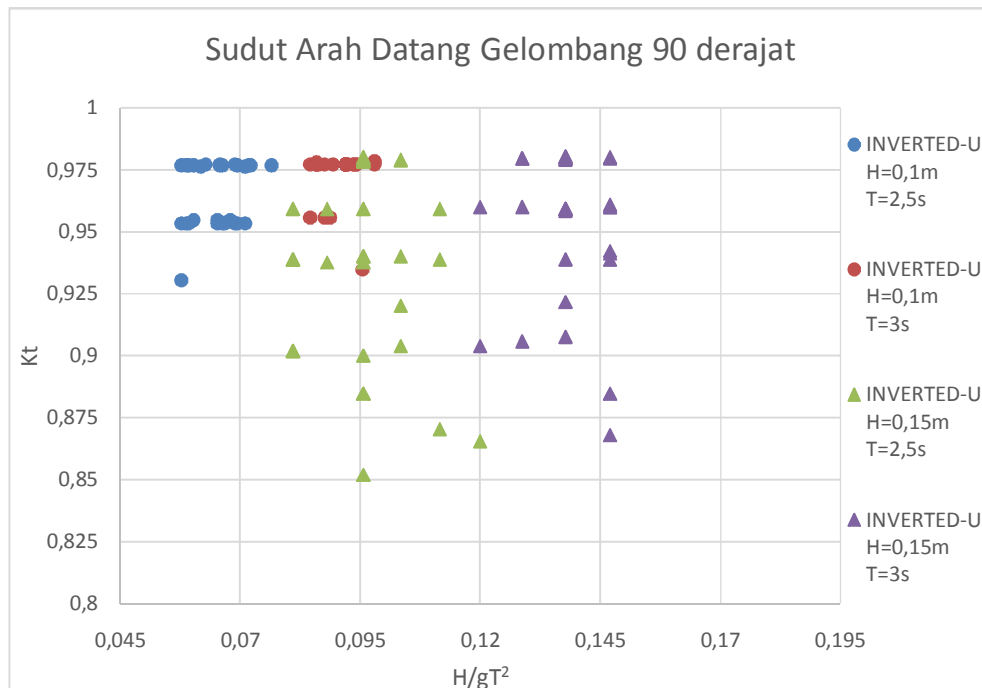
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 45^0 dengan model *BOX FULL*.



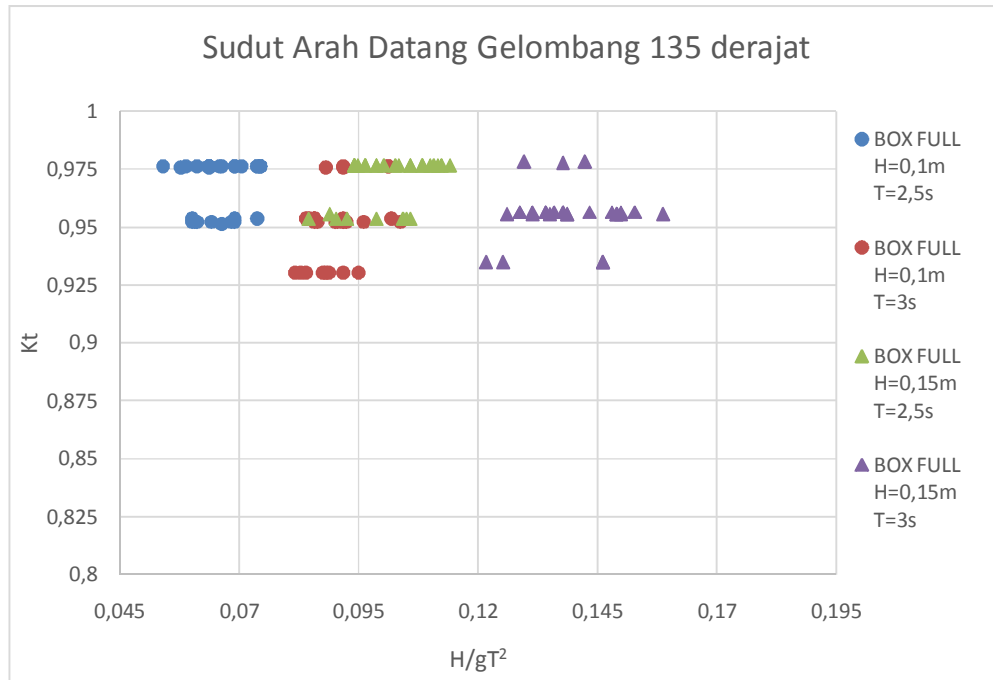
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 45^0 dengan model *INVERTED-U*.



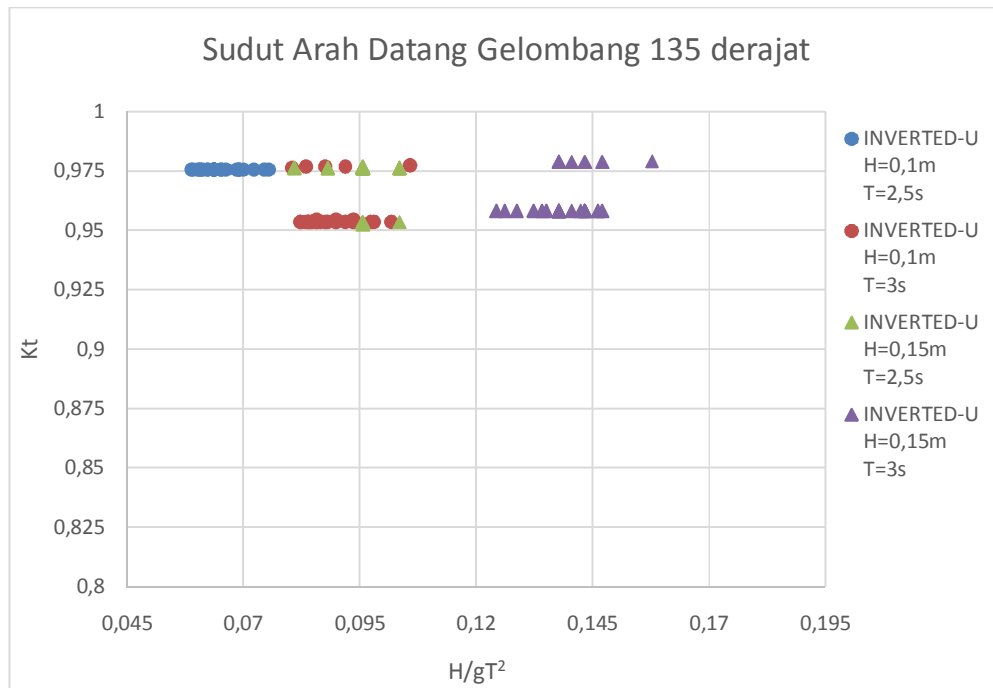
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 90^0 dengan model *BOX FULL*.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 90^0 dengan model *INVERTED-U*.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 135^0 dengan model *BOX FULL*.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi terhadap *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 135^0 dengan model *INVERTED-U*.

4.1.2. Hasil Perbandingan Model

Terlihat pada grafik di bawah ini hasil spesifik pengujian dijelaskan dari 3 variasi arah gelombang datang dengan perbandingan antara *BOX FULL* dan *INVERTED-U*, sebagai berikut:

a. Hasil pengujian dari sudut arah datang gelombang 45^0

Perbandingan koefisien transmisi dengan *wave steepness* (H_i/gT^2) dari sudut arah datang gelombang 45^0 disajikan pada **Gambar 4.7** untuk periode 2,5 detik dan **Gambar 4.8** untuk periode 3 detik. Sebaran data berbentuk bulatan berwarna merah dan biru mewakili model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang datang 0,1 m, sedangkan sebaran data yang berbentuk segitiga berwarna ungu dan hijau mewakili model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang datang 0,15 m. Pada kedua grafik untuk model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* terlihat *trendline* cenderung konstan. **Gambar 4.8** karena periodenya lebih besar sehingga memiliki nilai *wave steepness* lebih besar dari pada **Gambar 4.7**. Model dengan susunan konfigurasi *INVERTED-U* lebih baik dalam meredam gelombang dari sudut arah datang gelombang ini, terlihat dari lebih kecilnya nilai K_t daripada model dengan susunan konfigurasi *BOX FULL*.

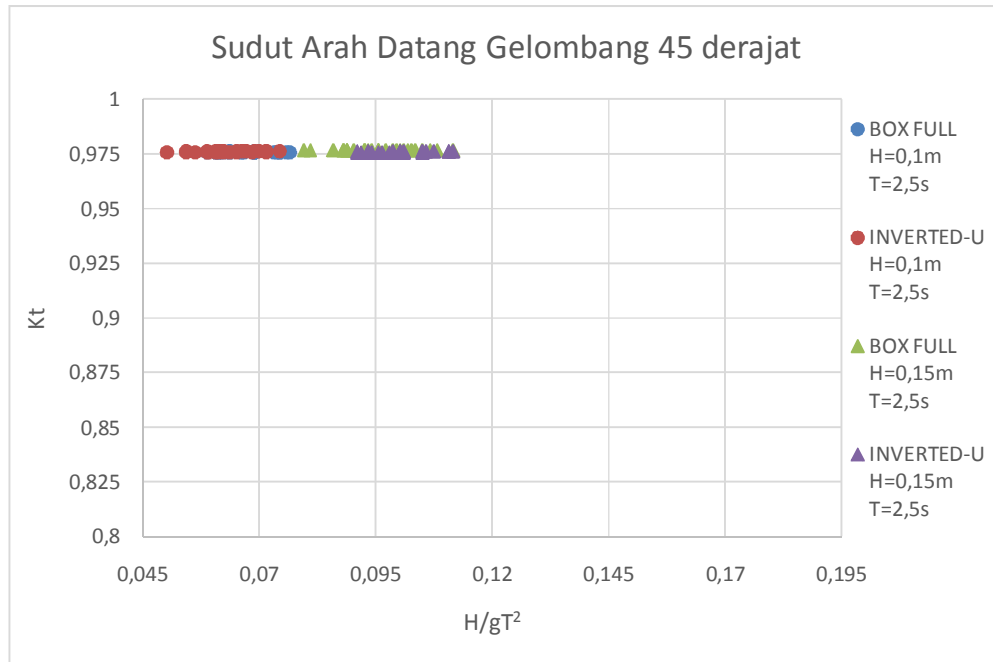
b. Hasil pengujian dari sudut arah datang gelombang 90^0

Perbandingan koefisien transmisi dengan *wave steepness* (H_i/gT^2) dari sudut arah datang gelombang 90^0 disajikan pada **Gambar 4.9** untuk periode 2,5 detik dan **Gambar 4.10** untuk periode 3 detik. Sebaran data berbentuk bulatan berwarna merah dan biru mewakili model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang datang 0,1 m, sedangkan sebaran data yang berbentuk segitiga berwarna ungu dan hijau mewakili model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang datang 0,15 m. Pada **Gambar 4.9** dengan periode 2,5 detik terlihat model dengan

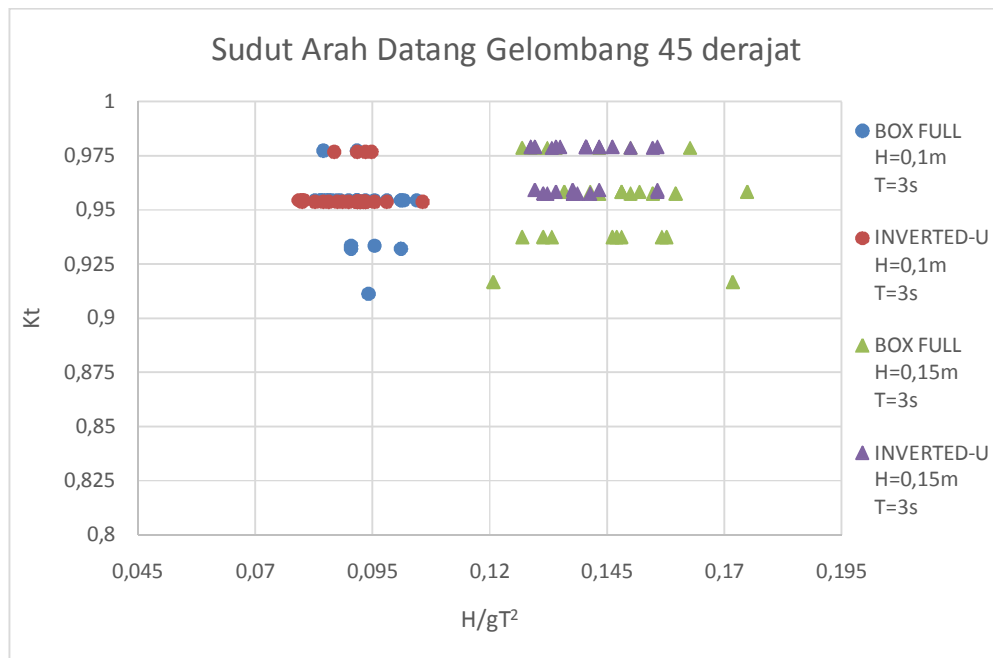
susunan konfigurasi *INVERTED-U* lebih baik dalam meredam gelombang daripada model dengan susunan konfigurasi *BOX FULL*, tetapi terbalik pada **Gambar 4.10** dengan periode 3 detik model dengan susunan konfigurasi *BOX FULL* lebih baik meredam gelombang daripada model dengan susunan konfigurasi *INVERTED-U*. Dan pada **Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10** terlihat data pada periode 2,5 detik terjadi redaman yang konstan atau teratur pada kedua model dengan tinggi gelombang datang 0,1 m maupun 0,15 m, berbanding terbalik dengan data pada periode 3 detik data cenderung menyebar yang berarti terjadi redaman yang tidak konstan atau teratur.

c. Hasil pengujian dari sudut arah datang gelombang 135^0

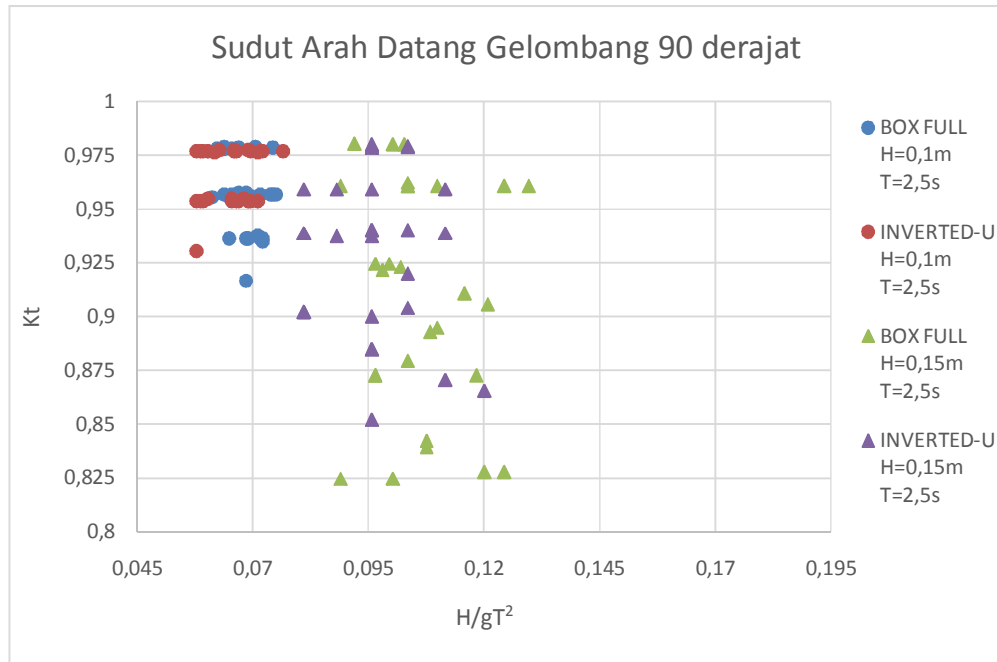
Perbandingan koefisien transmisi dengan *wave steepness* (H_i/gT^2) dari sudut arah datang gelombang 135^0 disajikan pada **Gambar 4.11** untuk periode 2,5 detik dan **Gambar 4.12** untuk periode 3 detik. Sebaran data berbentuk bulatan berwarna merah dan biru mewakili model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang datang 0,1 m, sedangkan sebaran data yang berbentuk segitiga berwarna ungu dan hijau mewakili model *BOX FULL* dan *INVERTED-U* dengan tinggi gelombang datang 0,15 m. Dari *trendline* yang terlihat semakin besarnya *wave steepness*, nilai koefisien transmisi semakin naik. Pada grafik terlihat model dengan susunan konfigurasi *BOX FULL* lebih baik meredam gelombang daripada model dengan susunan konfigurasi *INVERTED-U* dari arah datang gelombang pada sudut ini.



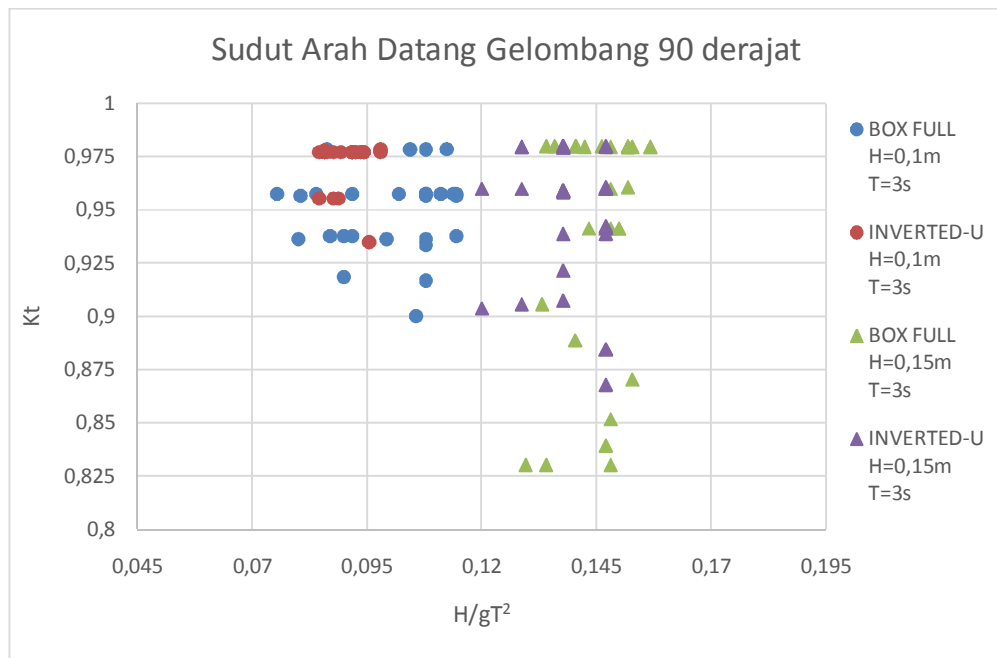
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 45 derajat dan periode 2,5 detik.



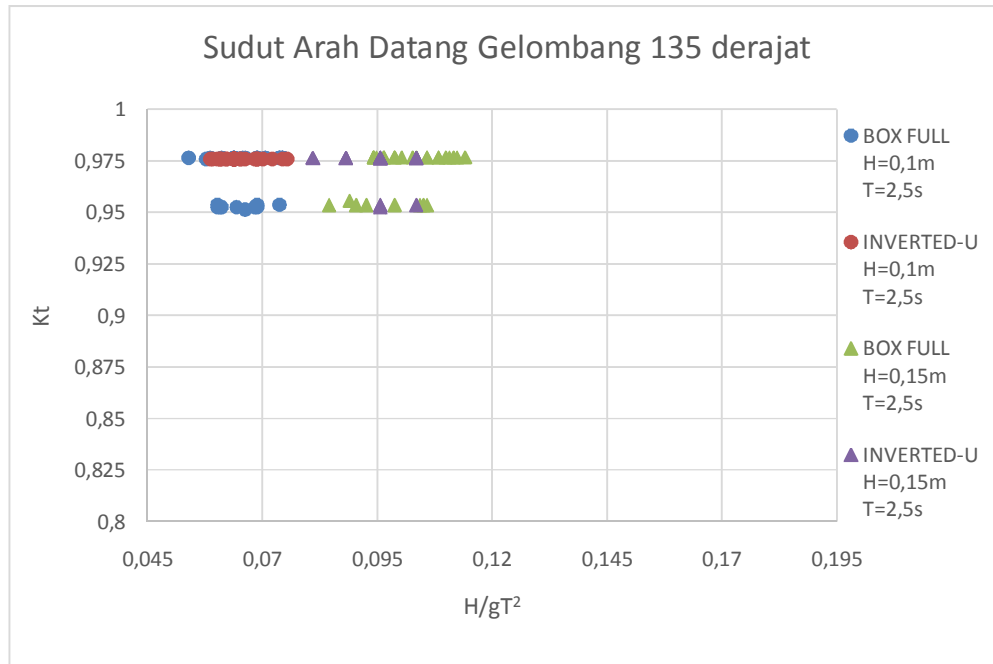
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 45 derajat dan periode 3 detik.



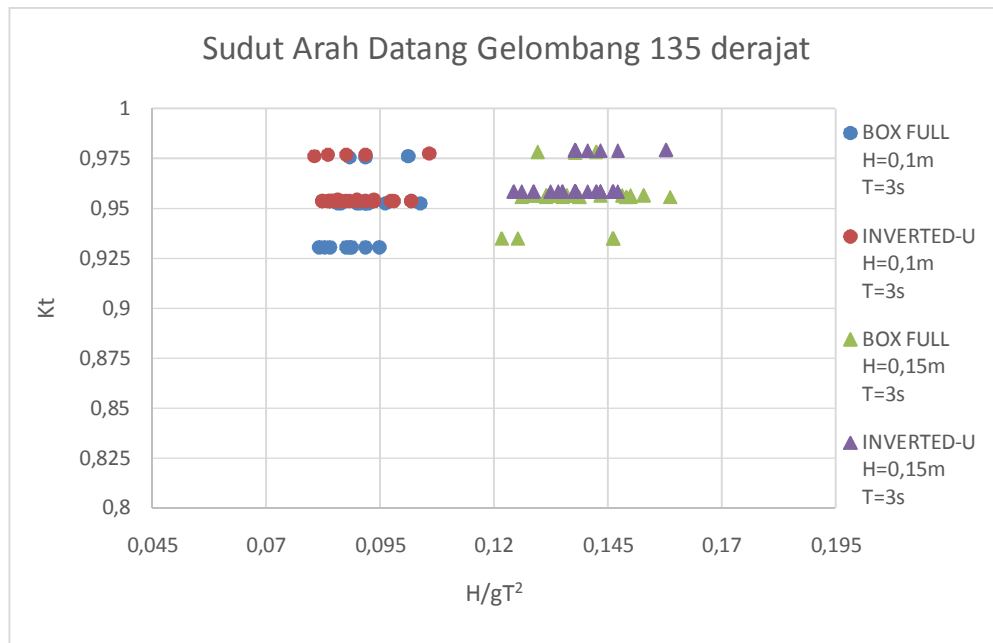
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 90 derajat dan periode 2,5 detik.



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 90 derajat dan periode 3 detik.



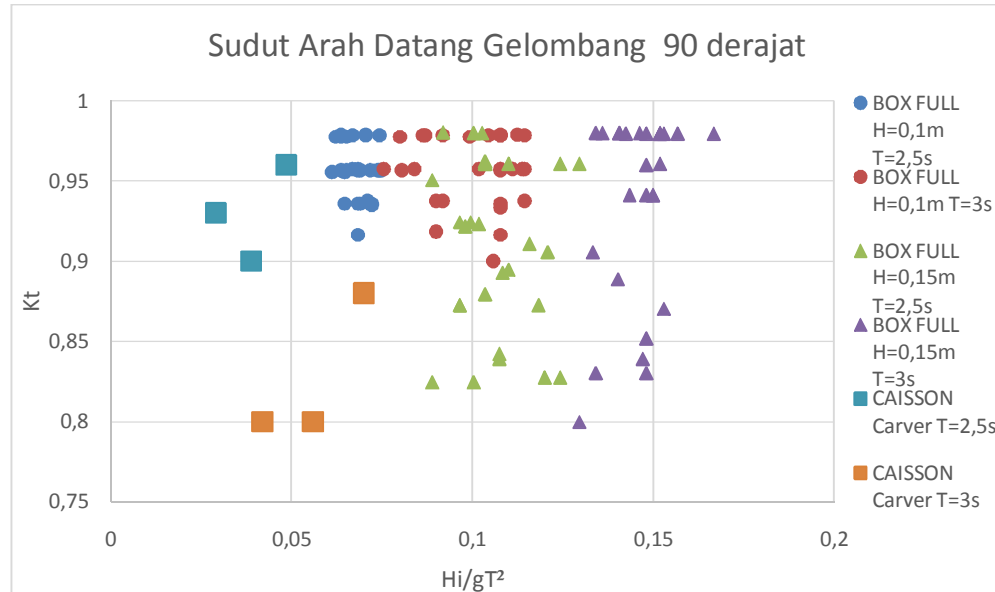
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 135 derajat dan periode 2,5 detik.



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan *Wave Steepness*, Sudut Arah Datang Gelombang 135 derajat dan periode 3 detik.

4.2. Pembahasan

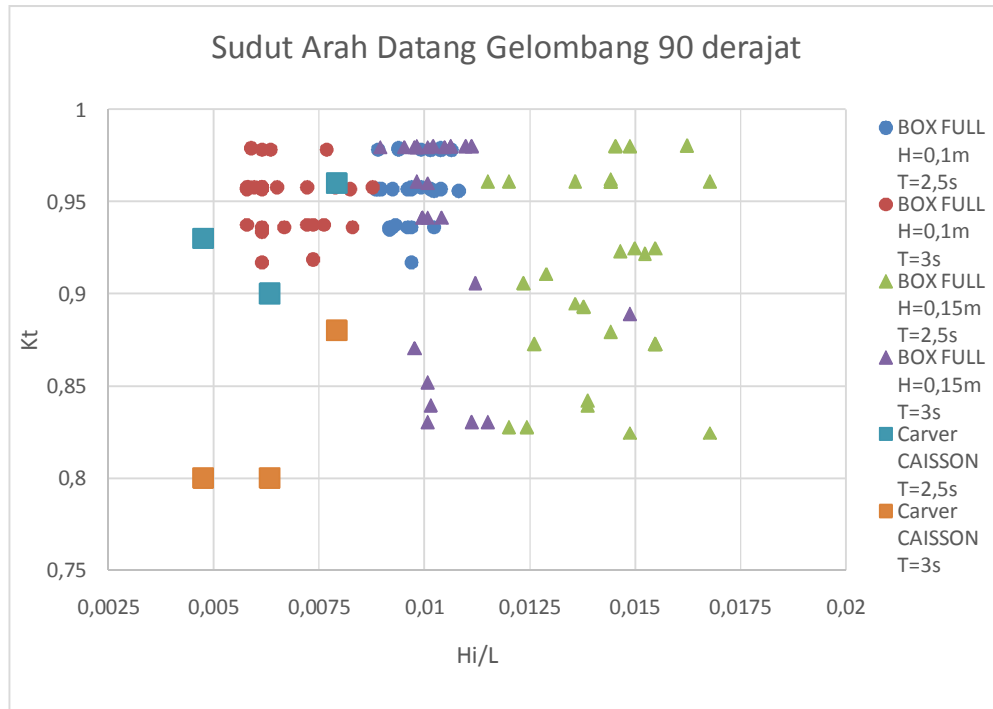
Pembahasan dengan penelitian sebelumnya yang digunakan untuk membandingkan hasil pengujian antara lain :



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan *Wave Steepness*, Arah Gelombang 90°

Eksperimen Carver (1979), untuk membandingkan *wave steepness* dan koefisien transmisi. **Gambar 4.13** Perbandingan pengaruh periode, tinggi gelombang, *wave steepness* dan koefisien transmisi antara hasil pengujian dengan eksperimen Carver (1979) dengan susunan konfigurasi dan arah datang gelombang yang sama yaitu 90 derajat.

Gambar 4.13 terlihat kecenderungan hubungan periode terhadap koefisien transmisi hasil pengujian yang hampir sama dengan yang diperlihatkan oleh Carver yakni model hidrolik tipe *CAISSON* persegi dengan spesifikasi lebar 4.9 m, sarat 1.1 m dan ditambah dengan rantai dan jangkar dimana semakin besar periode. Grafik terus naik berbanding lurus dengan koefisien transmisi. Dari analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa gelombang dengan periode panjang akan mempunyai nilai koefisien transmisi yang semakin besar. Dan dari tinggi gelombang datang terlihat semakin naik berbanding lurus dengan koefisien transmisi, dapat disimpulkan semakin tinggi gelombang datang maka akan mempunyai nilai koefisien transmisi yang semakin besar.



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Koefisien Transmisi dengan H_i/L , Arah Gelombang 90°

Pada **Gambar 4.14** untuk membandingkan $\frac{H_i}{L}$ dan koefisien transmisi hasil pengujian dengan eksperimen Carver (1979), tinggi gelombang datang (H_i) kemudian dibagi nilai L (panjang gelombang) dengan persamaan (8). Terlihat kecenderungan hubungan $\frac{H_i}{L}$ terhadap koefisien transmisi hasil pengujian yang hampir sama dengan yang diperlihatkan oleh Carver. Grafik terus naik semakin meningkatnya nilai $\frac{H_i}{L}$, dengan semakin meningkatnya nilai koefisien transmisi. Dari analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai $\frac{H_i}{L}$ gelombang datang maka akan mempunyai nilai koefisien transmisi yang semakin besar.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data hasil pengujian dan perhitungan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pada pengujian model *BOX FULL* tinggi gelombang 0,1 m diperoleh nilai koefisien transmisi rata-rata terendah 0,949443 dan pada tinggi gelombang 0,15 m diperoleh nilai koefisien transmisi rata-rata terendah 0,908865 dari arah datang gelombang 90^0 .
2. Pada pengujian model *INVERTED-U* tinggi gelombang 0,1 diperoleh nilai koefisien transmisi rata-rata terendah 0,965247 dan pada tinggi gelombang 0,15 m diperoleh nilai koefisien transmisi rata-rata terendah 0,932398 dari arah datang gelombang 90^0 .
3. Dari hasil pengujian variasi bentuk susunan unit *floating breakwater*, arah, tinggi dan periode gelombang. Dengan tinggi gelombang dan periode yang sama dari arah datang gelombang 90^0 menghasilkan nilai koefisien transmisi terkecil daripada arah 45^0 dan 135^0 dengan nilai koefisien transmisi yang hampir sama. Sehingga, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa dari koefisien transmisi paling optimum pada model *BOXFULL* dapat meredam gelombang dengan baik daripada model *INVERTED-U*.

DAFTAR PUSTAKA

- Carver, Robert D., 1979. *Floating Breakwater Wave-Attenuation Tests For East Bay Marina Olympia Harbor, Washington*.
- Coastal Engineering Research Center, 1984. *Shore Protection Manual Volume 1*. Washington DC, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington DC.
- Dong, G. H., Zheng, Y. N., Li, Y. C., Teng, B., Guan, C. T., Lin, D. F., 2008. *Experiments on Wave Transmission Coefficients of Floating Breakwaters*. Journal of Ocean Engineering. Science Direct. Elsevier Of Technology.
- Fousert, M. W., 2006. *Floating Breakwater Theoretical Study of a Dynamic Wave Attenuating System*. Final Report of The Master Thesis. Delft University.
- McCartney, Bruce, L., 1995, *Floating Breakwater Design, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, Vol. 111, No. 2.
- PIANC.(1994). *Floating Breakwater A Practical Guide for Design and Construction*, Report of Working Group No.13 of The Permanent Technical Committee II, Brussel, Belgium.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI), 2002. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*. Japan: Daikousha Printing Co., Ltd.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta :Falkutas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Thenu, M. Y., 2012. *Studi Peredaman dan Difraksi Gelombang Akibat Adanya Struktur Apung Dengan Uji Model Fisik*. Tugas Akhir. Program Studi Oseanografi. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan. Institut Teknologi Bandung.
- <http://bkubfloaton.blogspot.com>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_coefficient
- http://en.wikipedia.org/wiki/Dimensional_analysis
- <http://coastalwiki.org/coastalwiki>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A
HASIL PERHITUNGAN MODEL *BOX FULL*

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,1 m

Periode : 2,5 s

Ht (cm)	Hi (cm)	T (s)	H/gT ²
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,6	0,06898
42	41	2,45	0,06125
41	40	2,4	0,058776
41	40	2,6	0,06898
42	41	2,5	0,063776
41	40	2,7	0,074388
41	40	2,6	0,06898
41	40	2,55	0,066352
42	41	2,45	0,06125
41	40	2,74	0,076608
41	40	2,69	0,073838
41	40	2,55	0,066352
41	40	2,56	0,066873
41	40	2,6	0,06898
41	40	2,73	0,07605
42	41	2,6	0,06898
41	40	2,47	0,062254
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,45	0,06125
41	40	2,68	0,07329
41	40	2,44	0,060751
41	40	2,46	0,061751
41	40	2,7	0,074388
41	40	2,44	0,060751
41	40	2,7	0,074388
41	40	2,45	0,06125
41	40	2,6	0,06898

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,1 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
47	45	2,56	2,673778
47	46	2,5	2,554348
47	46	2,63	2,687174
47	45	2,59	2,705111
47	44	2,6	2,777273
48	44	2,59	2,825455
48	45	2,64	2,816
46	45	2,56	2,616889
45	43	2,25	2,354651
45	44	2,47	2,526136
46	45	2,7	2,76
46	44	2,65	2,770455
47	44	2,65	2,830682
46	45	2,63	2,688444
46	44	2,69	2,812273
46	43	2,66	2,845581
46	44	2,71	2,833182
45	43	2,52	2,637209
46	44	2,5	2,613636
47	44	2,66	2,841364
47	44	2,52	2,691818
46	44	2,59	2,707727
47	44	2,59	2,766591
46	44	2,6	2,718182
46	44	2,53	2,645
45	44	2,53	2,5875
45	44	2,5	2,556818
46	44	2,7	2,822727

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,1 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
42	41	2,63	2,694146
42	41	2,3	2,356098
42	41	2,4	2,458537
42	40	2,44	2,562
42	41	2,5	2,560976
42	40	2,6	2,73
43	41	2,43	2,548537
42	40	2,59	2,7195
42	41	2,7	2,765854
42	40	2,51	2,6355
42	41	2,6	2,663415
42	41	2,55	2,612195
42	41	2,54	2,601951
42	41	2,6	2,663415
42	40	2,43	2,5515
43	41	2,6	2,726829
42	41	2,69	2,75561
42	41	2,5	2,560976
42	41	2,69	2,75561
42	41	2,4	2,458537
42	40	2,45	2,5725
41	40	2,5	2,5625
41	40	2,3	2,3575
42	41	2,5	2,560976
42	41	2,7	2,765854
43	41	2,69	2,82122
42	41	2,7	2,765854
41	39	2,55	2,680769

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,1 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
44	43	2,88	0,084637
44	42	2,9	0,085816
45	41	3,04	0,094302
44	41	3,15	0,10125
44	41	2,98	0,090616
44	42	3,1	0,098061
45	42	3,06	0,095547
45	42	2,98	0,090616
44	42	3	0,091837
44	42	3,2	0,10449
44	42	2,85	0,082883
44	42	3	0,091837
44	42	2,94	0,0882
44	42	2,89	0,085226
44	42	2,88	0,084637
44	42	3,15	0,10125
44	42	2,93	0,087601
44	42	3,03	0,093683
44	42	2,97	0,090009
44	42	2,87	0,08405
44	42	3,06	0,095547
44	42	3,15	0,10125
44	42	2,91	0,086409
44	43	3	0,091837
44	42	3,16	0,101894
44	42	2,9	0,085816
44	42	3.00	0,091837
44	42	2,87	0,08405

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,1 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
46	44	2,81	2,937727
46	44	3,35	3,502273
46	44	3,25	3,397727
46	45	3,25	3,322222
47	45	3,35	3,498889
46	45	2,91	2,974667
45	42	3,25	3,482143
47	45	3	3,133333
47	45	2,72	2,840889
47	45	3,34	3,488444
47	45	2,87	2,997556
48	44	3,25	3,545455
50	45	3,22	3,577778
47	44	3,12	3,332727
47	44	2,8	2,990909
46	45	3,2	3,271111
47	46	3,32	3,392174
47	44	3,25	3,471591
47	45	3,25	3,394444
47	45	3,25	3,394444
49	45	2,97	3,234
48	45	3,35	3,573333
48	45	2,41	2,570667
47	45	3,25	3,394444
47	45	3,16	3,300444
48	45	2,97	3,168
47	45	3,37	3,519778
48	45	3,44	3,669333

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,1 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
41	40	2,94	0,0882
43	40	2,83	0,081723
43	40	2,93	0,087601
41	40	3	0,091837
43	40	2,94	0,0882
43	40	3	0,091837
43	40	2,85	0,082883
42	40	3,07	0,096172
42	40	3,01	0,09245
43	40	2,95	0,088801
42	40	3	0,091837
43	40	2,87	0,08405
42	40	2,91	0,086409
42	40	3	0,091837
42	40	2,9	0,085816
42	40	3,19	0,103838
43	40	3,05	0,094923
42	40	2,97	0,090009
42	41	3,15	0,10125
42	40	2,98	0,090616
43	41	2,87	0,08405
43	41	2,9	0,085816
43	41	3	0,091837
43	41	3,16	0,101894
42	41	3,15	0,10125
42	41	3	0,091837
43	41	2,9	0,085816
43	41	2,88	0,084637

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,15 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
43	42	2,58	0,101884
43	42	2,54	0,098749
43	42	2,5	0,095663
43	42	2,52	0,0972
43	42	2,55	0,099528
43	42	2,6	0,103469
43	42	2,5	0,095663
43	42	2,28	0,079567
43	42	2,59	0,102675
43	42	2,7	0,111582
43	42	2,41	0,088899
43	42	2,4	0,088163
43	42	2,46	0,092627
43	42	2,37	0,085973
43	42	2,3	0,080969
43	42	2,4	0,088163
43	42	2,47	0,093381
43	42	2,66	0,1083
43	42	2,41	0,088899
43	42	2,64	0,106678
43	42	2,43	0,090381
43	42	2,41	0,088899
43	42	2,56	0,10031
43	42	2,5	0,095663
43	42	2,57	0,101095
43	42	2,62	0,105067
43	42	2,48	0,094139
43	42	2,46	0,092627

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,15 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
50	49	2,56	0,10031
51	50	2,45	0,091875
53	49	2,55	0,099528
51	49	2,6	0,103469
58	48	2,8	0,12
57	51	2,68	0,109935
51	49	2,85	0,124324
51	49	2,6	0,103469
57	48	2,65	0,107487
53	49	2,51	0,09643
50	49	2,59	0,102675
57	47	2,56	0,10031
55	48	2,78	0,118292
51	49	2,41	0,088899
57	47	2,41	0,088899
56	51	2,75	0,115753
51	49	2,91	0,129614
58	48	2,85	0,124324
58	51	2,6	0,103469
52	48	2,58	0,101884
56	47	2,65	0,107487
56	50	2,66	0,1083
51	49	2,68	0,109935
51	47	2,53	0,097973
55	48	2,51	0,09643
53	51	2,6	0,103469
53	48	2,81	0,120859
55	48	2,51	0,09643

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,15 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
43	42	2,51	0,09643
43	42	2,51	0,09643
43	41	2,62	0,105067
43	42	2,48	0,094139
43	42	2,71	0,11241
43	41	2,63	0,105871
43	41	2,61	0,104267
43	41	2,35	0,084528
43	42	2,73	0,114075
43	42	2,68	0,109935
43	42	2,69	0,110757
43	41	2,54	0,098749
43	42	2,63	0,105871
43	42	2,66	0,1083
43	42	2,48	0,094139
43	42	2,54	0,098749
43	42	2,7	0,111582
43	42	2,48	0,094139
43	42	2,56	0,10031
43	42	2,49	0,094899
43	41	2,43	0,090381
43	42	2,6	0,103469
43	41	2,46	0,092627
43	42	2,54	0,098749
43	42	2,59	0,102675
43	42	2,63	0,105871
43	42	2,66	0,1083
45	43	2,41	0,088899

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,15 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
48	45	2,95	0,133202
48	44	3,35	0,171773
48	45	3,21	0,157716
47	46	3,26	0,162667
48	45	3,11	0,148042
48	46	3,38	0,174863
48	46	3,15	0,151875
48	45	2,93	0,131402
48	45	3,1	0,147092
48	46	2,98	0,135924
48	46	3,04	0,141453
47	46	2,94	0,1323
47	45	3,13	0,149953
47	46	2,88	0,126955
48	44	2,81	0,120859
48	45	3,2	0,156735
47	46	3,06	0,14332
47	45	3,23	0,159687
47	45	3,06	0,14332
47	45	3,18	0,154782
48	46	3,11	0,148042
47	46	3,13	0,149953
48	45	3,09	0,146144
48	45	2,88	0,126955
47	46	2,91	0,129614
47	46	2,96	0,134106
48	46	3,11	0,148042
48	46	3,11	0,148042

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,15 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
53	44	2,91	0,129614
53	44	2,96	0,134106
53	44	3,11	0,148042
54	48	2,56	0,10031
56	47	3,1	0,147092
51	48	3,11	0,148042
49	48	3,16	0,152841
54	47	3,16	0,152841
49	48	3,15	0,151875
51	48	3,06	0,14332
54	46	3,11	0,148042
51	48	3,13	0,149953
49	48	3,11	0,148042
49	48	3,3	0,166684
53	48	2,95	0,133202
50	49	3,15	0,151875
49	48	3,2	0,156735
51	49	3,15	0,151875
51	48	3,13	0,149953
49	48	3,05	0,142385
49	48	3,15	0,151875
50	49	3,09	0,146144
50	49	3,03	0,140524
50	49	2,96	0,134106
50	49	3,03	0,140524
50	49	2,98	0,135924
49	48	3,15	0,151875
50	48	3,11	0,148042

Model : *BOX FULL*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,15 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
46	45	2,91	0,129614
46	45	3,05	0,142385
46	44	3	0,137755
46	44	2,9	0,128724
46	44	2,96	0,134106
45	44	3	0,137755
46	44	3	0,137755
46	44	2,98	0,135924
46	44	2,9	0,128724
46	44	3,11	0,148042
46	44	2,93	0,131402
46	44	3,16	0,152841
46	44	3,13	0,149953
46	44	3,06	0,14332
46	43	3,09	0,146144
45	43	3,22	0,1587
45	43	3,12	0,148996
45	43	3,12	0,148996
45	43	3,13	0,149953
46	43	2,82	0,12172
45	43	3,01	0,138675
46	44	2,96	0,134106
46	43	2,86	0,125198
45	43	3,01	0,138675
45	43	2,87	0,126075
45	43	2,97	0,135014
45	43	2,93	0,131402
46	43	3,09	0,146144

LAMPIRAN B
HASIL PERHITUNGAN MODEL *INVERTED-U*

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,1 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
41	40	2,22	0,075435
41	40	2,35	0,084528
41	40	2,65	0,107487
41	40	2,45	0,091875
41	40	2,53	0,097973
42	41	2,7	0,111582
42	41	2,4	0,088163
42	41	2,31	0,081675
42	41	2,53	0,097973
42	41	2,44	0,091127
42	41	2,65	0,107487
42	41	2,62	0,105067
42	41	2,45	0,091875
42	41	2,55	0,099528
42	41	2,57	0,101095
42	41	2,56	0,10031
42	41	2,45	0,091875
41	40	2,59	0,102675
41	40	2,47	0,093381
42	41	2,65	0,107487
42	41	2,47	0,093381
41	40	2,31	0,081675
41	40	2,4	0,088163
41	40	2,5	0,095663
41	40	2,41	0,088899
42	41	2,6	0,103469
41	40	2,44	0,091127
42	41	2,47	0,093381

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,1 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
44	43	2,6	0,06898
44	43	2,48	0,062759
44	43	2,54	0,065833
44	42	2,43	0,060254
43	42	2,4	0,058776
43	42	2,65	0,071658
43	42	2,61	0,069511
43	42	2,43	0,060254
43	42	2,54	0,065833
42	41	2,46	0,061751
43	41	2,38	0,0578
43	42	2,74	0,076608
43	41	2,4	0,058776
42	41	2,64	0,071118
43	41	2,53	0,065315
43	41	2,61	0,069511
44	42	2,58	0,067922
44	42	2,53	0,065315
43	41	2,55	0,066352
43	41	2,41	0,059266
43	41	2,56	0,066873
43	41	2,6	0,06898
43	40	2,38	0,0578
43	42	2,38	0,0578
43	41	2,64	0,071118
43	42	2,55	0,066352
43	42	2,41	0,059266
43	42	2,66	0,0722

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,1 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,47	0,062254
41	40	2,41	0,059266
41	40	2,44	0,060751
41	40	2,43	0,060254
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,62	0,070045
41	40	2,7	0,074388
41	40	2,59	0,06845
41	40	2,6	0,06898
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,66	0,0722
41	40	2,4	0,058776
41	40	2,55	0,066352
41	40	2,72	0,075494
41	40	2,6	0,06898
41	40	2,45	0,06125
41	40	2,53	0,065315
41	40	2,47	0,062254
41	40	2,44	0,060751
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,5	0,063776
41	40	2,53	0,065315
41	40	2,6	0,06898
41	40	2,5	0,063776

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,1 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
44	42	2,8	0,08
44	42	2,8	0,08
44	42	2,81	0,080572
44	42	2,6	0,06898
43	42	3	0,091837
43	41	3,03	0,093683
43	41	3,1	0,098061
43	41	2,85	0,082883
43	41	2,9	0,085816
43	41	3,03	0,093683
43	41	3	0,091837
43	41	3,01	0,09245
43	41	2,8	0,08
43	42	2,92	0,087004
43	41	2,93	0,087601
43	41	2,88	0,084637
43	41	3,01	0,09245
43	41	3	0,091837
43	41	3,03	0,093683
43	41	3,22	0,1058
43	41	3	0,091837
43	41	2,97	0,090009
43	41	3,02	0,093065
43	41	3	0,091837
43	42	3,03	0,093683
43	42	3,05	0,094923
43	41	3,06	0,095547
43	41	2,95	0,088801

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,1 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
44	43	3	0,089404
44	43	3	0,091837
44	43	3,01	0,09245
44	43	2,91	0,086409
46	45	3,1	0,098061
46	43	3,06	0,095547
44	43	3,01	0,09245
44	43	3,04	0,094302
44	43	2,93	0,087601
44	43	3	0,091837
45	43	2,88	0,084637
44	43	3	0,091837
44	43	3	0,091837
44	43	3	0,091837
44	43	3,03	0,093683
44	43	3	0,094302
44	43	2,9	0,085816
44	43	3,1	0,098061
44	43	2,9	0,085816
44	43	3	0,091837
45	44	3,1	0,098061
45	44	2,9	0,085816
44	43	2,9	0,085816
44	43	2,88	0,084637
44	43	3,03	0,093683
44	43	3	0,091837
45	43	2,95	0,088801
45	43	2,93	0,087601

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,1 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
43	42	2,86	0,083465
43	41	2,9	0,085816
43	42	2,93	0,087601
42	41	2,81	0,080572
43	41	3,03	0,093683
43	41	2,87	0,08405
43	42	3	0,091837
43	41	2,84	0,082302
43	41	2,88	0,084637
43	41	3,16	0,101894
44	43	3,22	0,1058
43	41	2,84	0,082302
43	41	3,03	0,093683
43	41	2,9	0,085816
43	41	2,93	0,087601
43	41	3	0,091837
43	41	3,09	0,09743
43	41	2,88	0,084637
44	42	2,9	0,085816
43	41	2,97	0,090009
44	42	3,03	0,093683
43	41	3,1	0,098061
43	41	2,87	0,08405
43	41	2,91	0,086409
44	42	2,97	0,090009
43	41	2,86	0,083465
43	41	2,97	0,090009
43	41	2,94	0,0882

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,15 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT^2
41	40	2,5	0,095663
41	40	2,51	0,09643
41	40	2,47	0,093381
41	40	2,47	0,093381
41	40	2,57	0,101095
42	41	2,44	0,091127
42	41	2,69	0,110757
42	41	2,56	0,10031
42	41	2,65	0,107487
42	41	2,7	0,111582
42	41	2,57	0,101095
42	41	2,56	0,10031
42	41	2,63	0,105871
42	41	2,47	0,093381
42	41	2,62	0,105067
42	41	2,47	0,093381
42	41	2,56	0,10031
41	40	2,48	0,094139
41	40	2,44	0,091127
42	41	2,69	0,110757
42	41	2,62	0,105067
41	40	2,56	0,10031
41	40	2,62	0,105067
41	40	2,47	0,093381
41	40	2,53	0,097973
42	41	2,56	0,10031
41	40	2,45	0,091875
42	41	2,54	0,098749

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,15 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
50	47	2,6	0,103469
48	47	2,6	0,103469
50	49	2,5	0,095663
50	47	2,5	0,095663
47	46	2,6	0,103469
49	47	2,7	0,111582
51	46	2,3	0,080969
47	46	2,5	0,095663
46	45	2,5	0,095663
49	47	2,5	0,095663
52	46	2,5	0,095663
49	46	2,3	0,080969
48	45	2,5	0,095663
54	47	2,7	0,111582
49	47	2,3	0,080969
54	46	2,5	0,095663
49	48	2,5	0,095663
49	46	2,7	0,111582
52	46	2,5	0,095663
50	46	2,6	0,103469
49	46	2,3	0,080969
51	46	2,3	0,080969
52	45	2,8	0,12
49	47	2,4	0,088163
50	45	2,5	0,095663
52	47	2,6	0,103469
50	47	2,5	0,095663
48	45	2,4	0,088163

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,15 m

Periode : 2,5 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
43	41	2,5	0,095663
42	41	2,6	0,103469
43	42	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
43	41	2,6	0,103469
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,3	0,080969
42	41	2,6	0,103469
43	42	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,4	0,088163
42	41	2,6	0,103469
43	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,6	0,103469
42	41	2,4	0,088163
42	40	2,5	0,095663
42	41	2,4	0,088163
42	41	2,6	0,103469
42	41	2,5	0,095663
42	41	2,3	0,080969

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 45^0

H : 0,15 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
47	45	3,00	0,137755
47	45	3,19	0,155757
48	47	3,03	0,140524
48	46	2,66	0,1083
48	47	2,90	0,128724
49	47	2,91	0,129614
49	47	3,06	0,14332
49	47	3,19	0,155757
49	47	3,00	0,137755
48	47	3,03	0,140524
48	47	2,97	0,135014
48	47	3,09	0,146144
48	47	2,69	0,110757
48	47	2,91	0,129614
48	47	3,06	0,14332
48	46	3,19	0,155757
48	47	3,03	0,140524
47	45	3,01	0,138675
47	46	2,95	0,133202
47	45	2,93	0,131402
48	47	2,90	0,128724
47	45	3,04	0,141453
47	46	3,13	0,149953
47	45	3,00	0,137755
47	45	2,94	0,1323
48	47	3,06	0,14332
47	46	3,18	0,154782
47	45	3	0,137755

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 90^0

H : 0,15 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
50	49	3	0,137755
51	49	3,1	0,147092
51	48	3,1	0,147092
54	49	3	0,137755
52	46	3,1	0,147092
49	46	3	0,137755
49	48	3	0,137755
50	48	3,1	0,147092
49	47	3	0,137755
50	48	3,1	0,147092
52	46	3,1	0,147092
51	50	3	0,137755
49	46	3,1	0,147092
52	47	2,8	0,12
52	49	3,2	0,156735
50	48	2,9	0,128724
53	48	2,9	0,128724
51	47	3	0,137755
49	48	2,9	0,128724
50	49	3,1	0,147092
49	47	3	0,137755
49	48	2,9	0,128724
48	46	3	0,137755
49	48	3,1	0,147092
49	47	3	0,137755
48	47	3	0,137755
50	48	2,8	0,12
53	46	3,1	0,147092

Model : *INVERTED-U*

Arah Datang Gelombang : 135^0

H : 0,15 m

Periode : 3 s

Hi (cm)	Ht (cm)	T (s)	H/gT ²
47	46	3,1	0,147092
48	46	3,09	0,146144
48	46	3,00	0,137755
48	46	3,06	0,14332
48	47	3,21	0,157716
47	46	3,03	0,140524
48	46	3,00	0,137755
48	46	3	0,137755
48	46	2,90	0,128724
48	46	3,00	0,137755
48	46	3,06	0,14332
48	46	3,05	0,142385
48	46	2,94	0,1323
48	46	2,87	0,126075
47	46	3,00	0,137755
48	46	3,06	0,14332
48	46	3,03	0,140524
48	46	3,00	0,137755
48	46	3,09	0,146144
47	46	3,00	0,137755
48	47	3,00	0,137755
47	46	3,06	0,14332
48	46	3,00	0,137755
48	46	2,96	0,134106
48	46	2,85	0,124324
48	46	3,1	0,147092
48	46	2,97	0,135014
48	46	3,00	0,137755

BIODATA PENULIS



Widhi Yuliarta Hidayat lahir di Surabaya Jawa Timur pada 4 Juli 1993. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar di SD Ganung Kidul 1 Nganjuk, dilanjutkan tingkat menengah pertama di SMPN 3 Gresik dan tingkat menengah atas di SMAN 1 Manyar Gresik. Setelah lulus SMA pada tahun 2011 penulis melanjutkan studi S-1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama menempuh masa studi selain aktif di bidang akademis, penulis juga aktif di berbagai kegiatan intra kampus. Penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan seperti OCEANO, Bursa Kerja ITS dan Panitia Pemilihan Umum Ketua BEM FTK. Penulis memiliki pengalaman melakukan kerja praktek di PT. Biro Klasifikasi Indonesia selama 2 bulan. Penulis juga melakukan penelitian di Balai Pantai Pusat Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum (PU) tentang *Floating Breakwater*. Untuk mengakhiri masa kuliah penulis membahas tugas akhir yang berjudul “ Pengaruh Sudut Datang Gelombang Terhadap transmisi Gelombang pada Model *Floating Breakwater* dengan Pengujian Model Fisik 3D ”. Kritik dan saran untuk kelancaran penelitian ini dapat disampaikan melalui email penulis yaitu widhiyuliarta@gmail.com.